



Institución Universitaria

**PLANTEAMIENTO DE UN MODELO
PARA LA GESTIÓN TECNOLÓGICA
EN SISTEMAS DE TRANSPORTE
URBANO MASIVO DE PASAJEROS
EN COLOMBIA**

Edwin Alexis Salazar Mercado

Instituto Tecnológico Metropolitano
Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas
Medellín, Colombia

2016

PLANTEAMIENTO DE UN MODELO PARA LA GESTIÓN TECNOLÓGICA EN SISTEMAS DE TRANSPORTE URBANO MASIVO DE PASAJEROS EN COLOMBIA

Edwin Alexis Salazar Mercado

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Gestión de la Innovación tecnológica, Cooperación y Desarrollo Regional

Director:

MSc. en Gestión de ciencia, tecnología e innovación William David Montoya Grajales

Línea de Investigación:

Profundización

Instituto Tecnológico Metropolitano
Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas
Medellín, Colombia

2016

Dedicatoria

A mi madre, por haberme inculcado el amor por el estudio.

A mi esposa, mi hija y mi hijo, por entender y soportar mis ausencias por andar en la búsqueda de un sueño.

Edwin.

Agradecimientos

Al Instituto Tecnológico Metropolitano, que al abrirme sus puertas me ha permitido seguir creciendo.

A mi Asesor, el Docente William David Montoya Grajales, MSc. en Gestión de ciencia, tecnología e innovación, por su inagotable paciencia y permanente disposición para guiarme en este complejo ejercicio académico.

Al Docente Carlos Alberto Acevedo, por su orientación y consejos para no desfallecer ante las dificultades que se presentaran en el desarrollo de la Maestría.

A mis compañeros de la Maestría, Beatriz Elena, María Teresa, María Lucelly, Javier, Alejandro, Juan y Gustavo, con quienes tuve la fortuna de compartir esta enriquecedora experiencia.

Resumen

En el año 2002 el Gobierno Nacional formuló la política orientada a mejorar el servicio de transporte público pasajeros mediante la aplicación de herramientas técnicas y financieras innovadoras. Trece años después de formulada la Política y construidos seis sistemas de transporte masivo (STM) basados en buses de tránsito rápido, los objetivos propuestos no se han cumplido. Informes generados por entes de control, gremios y medios de comunicación coinciden en los problemas de sostenibilidad de estos sistemas; lo cual es consecuencia de un modelo de incentivos, que no está alineado con un servicio de transporte eficiente, y un bajo nivel de capacidades para gestionarlos.

La gestión tecnológica (GT) es una herramienta que potencializa la innovación y el crecimiento económico, por ello se plantea un modelo para la GT en los STM de Colombia, que tiene como propósito aportar a un desempeño más eficiente de estos sistemas, mediante la identificación y fortalecimiento de las capacidades tecnológicas requeridas para su gestión; sistemas que son intensivos en tecnología importada, por lo que se enfatiza en los procesos para la negociación y transferencia de tecnología.

Palabras clave: tecnología, transferencia, innovación, capacidades, transporte, movilidad, pasajeros

Abstract

In 2002 the Colombian Government formulated the policy for improving the public transport service for passengers through applying technical and financial innovative tools.

Thirteen years after policy was formulated and six systems of mass transit (MTS) which operated with rapid transit busses were built, the objectives have not been met. Reports generated by control agencies, non-governmental agencies and the media agree on the problems of sustainability of these systems; which is a consequence of an incentive model, which is not aligned with an efficient transportation service, and a low capacity to manage them.

Technology management (GT) is a tool that potentiates innovation and economic growth, therefore a model for the GT of MTS, which aims to contribute to a more efficient performance of these systems, by identifying and strengthening technological capabilities required to manage them; systems that are intensive in imported technology, that is why emphasizes the processes for negotiation and technology's transfer.

Keywords: technology, transference, Innovation, capability, transport, mobility, passengers.

Contenido

	Pág.
Tabla de contenido	
1. Capítulo 1- Contexto del trabajo de grado	3
1.1 Institucionalidad de los STM en Colombia.....	3
1.1.1 Ley 105 de 1993	3
1.1.2 Ley 310 de 1996, que modifica la Ley 86 de 1989	4
1.1.3 El Transmilenio 1999 - El origen de los MBRT en Colombia	4
1.1.4 CONPES 3167 de 2002 - Masificación de los STM	5
1.1.5 Decreto 1485 DE 2002 - Fondo de reposición	7
1.1.6 CONPES 3260 de 2003 - Evolución hacia los SITM.....	7
1.1.7 CONPES 3368 de 2005 - Seguimiento a la implementación	9
1.1.8 CONPES 3465 de 2007 – Financiación de los STM.....	10
1.1.9 Decreto 2060 de 2015 - Sistemas inteligentes de transporte	10
1.1.10 Decreto 1079 de 2015 - Único Sector Transporte.....	11
1.2 Materialización de la Política - SITM estado actual	11
1.3 La gestión tecnológica en la estrategia competitiva	14
1.4 Antecedentes y justificación	15
1.4.1 Antecedentes	15
1.4.2 Justificación.....	16
1.5 Planteamiento del problema u oportunidad.....	17
1.6 Hipótesis	17
1.7 Objetivos	18
1.7.1 Objetivo general.....	18
1.7.2 Objetivos específicos	18
2. Capítulo 2 - Marco teórico	19
2.1 La tecnología y su gestión.....	19
2.1.1 Tecnología	19
2.1.2 Gestión tecnológica - GT	22
2.1.3 Capacidades tecnológicas	24
2.1.4 Aprendizaje tecnológico (AT)	25
2.1.5 Ciclo de vida de la tecnología.....	27
2.1.6 Gestión tecnológica y la gestión de la innovación	28
2.1.7 Estrategia tecnológica (ET)	29
2.1.8 Vigilancia Tecnológica	30
2.1.9 Modelos de gestión tecnológica.....	31
2.1.10 Adquisición de tecnología como parte de la GT.....	37
2.1.11 Transferencia de tecnología (TT) como parte de la GT.....	38
2.1.12 Negociación de tecnología como parte de la TT	43

2.2	La industria del transporte masivo de pasajeros	46
2.2.1	Integrantes de la industria del transporte	46
2.2.2	Economía del transporte	48
2.2.3	Del transporte colectivo a los sistemas de transporte masivo	49
2.2.4	Los sistemas de transporte masivo - STM	49
2.2.5	Los STM basados en buses de transito rápido - MBRT	51
2.2.6	Los sistemas de transporte masivo en Latinoamérica	53
2.2.7	De los STM a los SITM	54
2.2.8	Los sistemas integrados de transporte masivo - SITM	54
2.2.9	Los Sistemas Integrados de transporte y la Movilidad Sostenible	57
2.2.10	Los sistemas inteligentes de transporte - ITS	58
2.2.11	El futuro de los sistemas de transporte masivo	59
3.	Capítulo 3 - Modelo de gestión tecnológica en sistemas de transporte masivo	61
3.1	Metodología	61
3.2	Alcance del modelo	61
3.3	Justificación del modelo	62
3.4	Planteamiento del modelo	62
3.5	Contextualización del modelo planteado	63
3.6	Definición de la estrategia tecnológica	66
3.6.1	Direccionamiento estratégico	67
3.6.2	Marco regulatorio o institucional	68
3.6.3	Condiciones internas y externas del ente gestor	70
3.6.4	Partes interesadas	70
3.7	Enriquecimiento del patrimonio tecnológico	76
3.7.1	Identificación de las tecnologías	77
3.7.2	Evaluación y selección de las tecnologías	78
3.7.3	Adquisición de las tecnologías requeridas	80
3.8	Adquisición mediante desarrollo de tecnología	81
3.8.1	Desarrollo compartido	81
3.8.2	Masificación del desarrollo de productos	81
3.8.3	Apalancamiento del desarrollo de tecnologías desde lo institucional	82
3.9	La negociación en la transferencia de tecnología	83
3.9.1	Negociación para la transferencia de tecnología desde lo público	83
3.9.2	Negociación internacional para la transferencia de tecnologías	85
3.9.3	Sensibilización interna durante la negociación	87
3.10	Transferencia de tecnología	88
3.10.1	Transferencia informal	88
3.10.2	Transferencia formal	88
3.10.3	Fases del proceso de transferencia de tecnología	88
3.10.4	Estrategias de participación durante la transferencia	89
3.10.5	Adaptación	90
3.11	Aprovechamiento del patrimonio tecnológico	90
3.11.1	Asimilación	90
3.11.2	Explotación	91
3.11.3	Abandono	91
3.12	Componentes transversales del modelo	92
3.12.1	Protección del patrimonio Tecnológico	92
3.12.2	Ciclo de la calidad	93
4.	Capítulo 4 - Análisis de resultados	95

4.1	Revisión de la política	95
4.1.1	Aplicación de herramientas financieras innovadoras	95
4.1.2	Aplicación de herramientas técnicas innovadoras	96
4.1.3	Fortalecimiento de procesos descentralizados	96
4.1.4	Aumento de la productividad y ordenamiento de las ciudades	96
4.2	Resultados de la caracterización de los SITM.....	97
4.2.1	Sistemas de transporte con carácter público - privado	97
4.2.2	Entes gestores y agentes	98
4.2.3	Adquisición de tecnología basada en procesos de negociación y transferencia	98
4.2.4	Prestación del servicio basado en criterios de calidad	99
4.3	Identificación de las capacidades requeridas	99
5.	Conclusiones y recomendaciones.....	101
5.1	Conclusiones	101
5.2	Recomendaciones	102

Lista de Gráficos

	Pág.
Gráfico 1. Problemática del transporte público en Colombia	8
Gráfico 2. Estructura empresarial del STPC en Colombia.	9
Gráfico 3. Movilización de pasajeros en transporte de público en Colombia 2005-2011I,.....	12
Gráfico 4. Evolución del transporte en área metropolitana.	15
Gráfico 5. La organización como sistema de aprendizaje.	26
Gráfico 6. Ciclo de vida de la tecnología	27
Gráfico 7. Funciones de la vigilancia.....	31
Gráfico 8. Procesos del modelo de GT de Hidalgo, Pavón.	34
Gráfico 9. Elementos clave del modelo de GT de COTEC.	36
Gráfico 10. Funciones del modelo de GT de Hidalgo.....	37
Gráfico 11. Diagrama de flujo para la TT.	42
Gráfico 12. Componentes de un ITS.	59
Gráfico 13. Modelo de gestión tecnológica, vista desde el Ente Gestor.	63
Gráfico 14. Cadena de valor genérica.	67
Gráfico 15. Esquema institucional de los SITM.	68
Gráfico 16. Representación matricial de la posición estratégica.	79
Gráfico 17. Calidad del servicio en STM.....	93

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Responsabilidades de la GT.....	32
Tabla 2. Conceptualización de la gestión de tecnología: propuesta de un modelo.....	33
Tabla 3. Conjunto de herramientas del modelo de COTEC.	35
Tabla 4. Resumen de definiciones de transferencia de tecnología..	39
Tabla 5. Preparación de la negociación de acuerdos de transferencia de tecnología.....	44
Tabla 6. Recomendaciones para proteger el patrimonio tecnológico de la organización..	92

Lista de abreviaturas

ACI: Agencia de Cooperación e Inversión de Medellín y el Área Metropolitana

AENOR: Agencia Española de Normas

ALAMYS: Asociación Latinoamericana de Metro y Subterráneos

ANDI: Asociación Nacional de Industriales

APP: Asociaciones Público Privadas

ASTM: Sociedad Americana para Prueba de Materiales, por sus siglas en inglés

AT: Aprendizaje tecnológico

AWS: Sociedad Americana de Soldadores, por sus siglas en inglés

BRT: Bus de tránsito rápido

CDT: Centros de Desarrollo Tecnológico

CGR: Contraloría General de la República

COLCIENCIAS: Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación

CONPES: Consejo Nacional de Política Económica y Social

CRP: Centros Regionales de Productividad

ET: Estrategia tecnológica

FCV: Factor crítico de vigilancia

FEDESARROLLO: Fundación para la Educación Superior y el Desarrollo

GT: Gestión tecnológica

I+D: Investigación y desarrollo experimental

EBT: Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica

IEC: Comisión Electrotécnica Internacional, por sus siglas en inglés

IEEE: Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos, por sus siglas en inglés

ITS: Sistemas inteligentes de transporte

ITDP: Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo, por sus siglas en inglés

MBRT: Sistema de transporte masivo basado en buses de tránsito rápido

PEC: Planeación estratégica corporativa

PNTU: Política Nacional de Transporte Urbano

SAE: Sociedad de Ingenieros Automotrices, por sus siglas en inglés

SENA: Servicio Nacional de Aprendizaje

SPTM: Servicio público de transporte masivo

STM: Sistema de transporte masivo

SITM: Sistema integrado de transporte masivo

STPC: Servicio de transporte público colectivo

TT: Transferencia de tecnología

UTT: Unidades de transferencia de tecnología

Introducción

A comienzos del siglo XXI el Gobierno Nacional formuló la “Política para mejorar el servicio de transporte público urbano de pasajeros” - PNTU (CONPES 3167 de 2002), cuyo objetivo era brindar herramientas que permitieran superar los problemas de movilidad en las principales ciudades país. Para lograr este propósito, la misma política recomendó a las autoridades del transporte y las administraciones regionales “aplicar herramientas técnicas y financieras innovadoras”; lo que en esencia significaba replicar, en el resto del país, el modelo técnico financiero implementado en el primer sistema de transporte masivo basado en buses de tránsito rápido de Colombia, el SISTEMA TRANSMILENIO, de la ciudad de Bogotá (Hurtado, Torrez, Miranda, 2011).

Como parte de la materialización de la política se han construido y se encuentran en operación sistemas de transporte masivo en las ciudades de Cali (MÍO) y Cartagena (TRANSCARIBE), y en las Áreas Metropolitanas de Barranquilla (TRANSMETRO), Bucaramanga (METROLÍNEA), Pereira (MEGABUS) y Medellín (METROPLÚS). Adicionalmente se tiene en construcción otros STM en ciudades intermedias.

El deficiente desempeño de estos sistemas es objeto de frecuentes noticias; entes de control, gremios y medios de comunicación coinciden en los problemas de sostenibilidad que atraviesan. Sin embargo, un estudio realizado por la Fundación para la Educación Superior y el Desarrollo (FEDESARROLLO) al desempeño de los SITM de Cali, Pereira, Bucaramanga y Barranquilla es uno de los más contundentes en cuanto a los orígenes de estos problemas. En este se indica que algunas características del contexto institucional alimentan un círculo vicioso de iliquidez, mala calidad del servicio prestado y baja demanda de los STM, y que esas fallas que provienen de dos fuentes: incentivos que no están alineados hacia el funcionamiento eficiente del transporte urbano y bajas capacidades para la gestión del sistema. También afirma que “... **el bajo nivel de las capacidades dificulta la optimización de rutas y, por lo tanto, el funcionamiento del sistema**” (FEDESARROLLO, 2013).

Esta última limitación encontrada abre la oportunidad para el desarrollo de un trabajo de grado que aporte a la solución de este problema; por ello se propone plantear un modelo para la gestión tecnológica en los sistemas de transporte masivo de Colombia. La prestación del servicio de transporte masivo tiene un fuerte componente tecnológico, lo que hace necesario fortalecer las capacidades tecnológicas; adicionalmente, estas tecnologías no son producidas en el país, por lo que deben ser importadas, de allí que es importante focalizar los esfuerzos para el fortalecimiento de capacidades tecnológicas para la negociación y transferencia de tecnología. Así mismo, los STM son entidades con carácter público privado, lo que hace necesario fortalecer capacidades en ese sentido. Estos y muchos otros elementos relacionados con los sistemas de transporte masivo y la gestión tecnológica son analizados a lo largo de este trabajo.

Este trabajo de grado se desarrolla en cinco capítulos, como se describe a continuación:

En el capítulo uno, **contexto del trabajo de grado**, se discuten las consideraciones expuestas por el Gobierno Nacional al formular la PNTU, así como sus posteriores actualizaciones. Adicionalmente se incluye una primera aproximación a la gestión tecnológica en el ámbito de los SITM, se plantea y justifica el problema a resolver y definen los objetivos del trabajo de grado.

En el capítulo dos, **marco teórico**, se discuten dos aspectos principales. Por un lado, los relacionados con la tecnología, la gestión tecnológica y sus procesos (enfaticando en la negociación y transferencia); por el otro, los relacionados con la industria del transporte masivo, los sistemas del transporte masivo y su posterior evolución a los sistemas integrados de transporte masivo.

En el capítulo tres, **modelo de GT en STM**, se plantea y sustenta el modelo propuesto, enfaticando en la identificación de las capacidades tecnológicas para la gestión de los SITM, sistemas que se caracterizan por la incorporación de tecnología que no se produce en el país, por lo que se profundiza en la identificación de las capacidades para la negociación internacional y la transferencia de tecnología.

En el capítulo cuatro, **análisis de resultados**, se discuten los resultados del modelo, sus fortalezas y limitaciones, así como las barreras que supone la PNTU para una gestión tecnológica más eficiente.

En el capítulo 5, **conclusiones y recomendaciones**, se dan las conclusiones del desarrollo del trabajo de grado y del modelo planteado, y se identifican algunas posibilidades para adelantar nuevos estudios que se focalicen en algunos componentes específicos del modelo planteado.

1. Capítulo 1- Contexto del trabajo de grado

En este capítulo se discuten las consideraciones expuestas por el Gobierno Nacional al formular la “Política para mejorar el servicio de transporte público urbano de pasajeros” - PNTU, así como sus posteriores actualizaciones. Ahora bien, la materialización de esta política conlleva a la estructuración de proyectos para la construcción y posterior operación de SITM a lo largo del país, proyectos intensivos en tecnología; entendida la tecnología como el conjunto de conocimientos y los medios (máquinas, herramientas, insumos, entre otros) que facilitan la repetitividad en la elaboración un producto o en la prestación un servicio.

Este conjunto de conocimientos incluye, entre otras cosas, la identificación de capacidades, el aprendizaje tecnológico, la capacidad de absorción y el desarrollo de procesos innovadores que permitan cerrar las brechas identificadas. Por esta razón, de manera paralela, se discute sobre la necesidad de implementar buenas prácticas de GT para cada una de las etapas del ciclo de vida de las tecnologías asociadas a estos proyectos; gestión que parte de la identificación y selección de las tecnologías requeridas, pasa por los procesos de negociación y transferencia de esas tecnologías, continúa con su aprovechamiento y apropiación, y finaliza con el abandono.

El desarrollo de este capítulo empieza haciendo una revisión de la institucionalidad de los STM en Colombia, para ello se discute el origen y evolución de la PNTU; así mismo, se identifican los problemas o limitaciones para el logro de los resultados esperados en la política; seguidamente se hace una primera aproximación a la GT en el ámbito de los SITM; finalmente se plantea y justifica el problema a resolver, así como la hipótesis y los objetivos del trabajo de grado.

1.1 Institucionalidad de los STM en Colombia

1.1.1 Ley 105 de 1993

Esta ley señala que “La operación del transporte público en Colombia es un servicio público bajo la regulación del Estado, quien ejercerá el control y la vigilancia necesarios para su adecuada

prestación, en condiciones de calidad, oportunidad y seguridad” (Congreso de la República de Colombia, 1993).

1.1.2 Ley 310 de 1996, que modifica la Ley 86 de 1989

Esta ley define las normas sobre los sistemas de SPTM y define los recursos que aportará la nación para su financiamiento, siendo un mínimo del 40% y un máximo del 70% del servicio de la deuda del proyecto. Sin embargo, aclara que, para el caso del Sistema de Transporte Masivo de Pasajeros de la ciudad de Medellín y el Valle de Aburrá, que había empezado su operación en 1995, el aporte máximo de la nación sería del 40%.

1.1.3 El Transmilenio 1999 - El origen de los MBRT en Colombia

En 1998 el país atravesaba por una fuerte crisis económica, las dificultades financieras del momento llevaron a descartar la construcción de un sistema de transporte tipo Metro para la ciudad de Bogotá y, en su defecto, a optar por una solución de menor inversión, un STM basado en buses (MBRT, por sus siglas en inglés) de gran capacidad que transitan por carriles exclusivos, bajo una operación centralizada (FEDESARROLLO, 2013).

La Empresa de Transporte de Tercer Milenio, TRANSMILENIO S.A, fue fundada mediante el acuerdo 04 del 13 de octubre de 1999 en Bogotá, está conformada por varias entidades pertenecientes al distrito capital, de la cual TRANSMILENIO es el **ente gestor** del Sistema, es decir, es la entidad encargada de coordinar los diferentes **agentes**, planear, gestionar y controlar la prestación del SPTM. Apenas un año después, el 18 de diciembre de 2000, con una inversión cercana a los US300.000.000, inauguró su primera ruta, la cual en su primer año de operación ya movilizaba más de 550.000 usuarios por día, por lo que el Gobierno nacional lo calificó como un proyecto de “bajo costo y alto impacto” (CONPES 3167 de 2002), y lo adoptó como referente administrativo y operativo para la implementación de futuros proyectos de transporte masivo. Algunos aspectos y resultados operacionales del TRANSMILENIO que validan dicha decisión son:

- El crecimiento en el número de usuarios es el indicador más reconocido: el promedio diario de usuarios movidos en las líneas troncales fue de 319.452 en el año 2001, 821.095 en el 2005, 1.121.663 en el 2008, 1.372.876 en el 2012 y 1.807.397 en el 2015; estos valores no incluyen los

usuarios movidos por los servicios alimentadores (www.transmilenio.gov.co/es, fecha de consulta: 15 de octubre de 2016).

- La baja inversión inicial de capital comparada con otros STM, así como su rápida recuperación, lo hace atractivo como modelo de inversión público - privado; para el año 2005 el costo por kilómetro de un MBRT oscilaba entre 20 y 40 millones de dólares, mientras que el costo por kilómetro de un sistema tipo Metro oscila entre 50 y 70 millones de dólares (Hidalgo, 2005).
- La adopción de algunas de las características operacionales propias de los sistemas tipo Metro (infraestructura exclusiva, vehículos de gran desempeño y capacidad, cumplimiento de horarios, puntos definidos para ingreso y salida de pasajeros).
- La aceptación de este modelo en otras metrópolis (Ciudad de México, Guangzhou, Sao Paulo, Beijín, Seúl, Taipéi, entre otras).

La implementación de MBRT que se desplazan sobre vías exclusivas tuvo su origen en los años 70, en la ciudad de Curitiba, Brasil, de la cual se adoptó el modelo de Transmilenio (Rojas y Mello, 2005).

Si bien es cierto que el Transmilenio significó un alivio parcial a los grandes problemas de movilidad que adolecía y continúa adoleciendo Bogotá, su principal logro fue el “boom” publicitario que se gestó a su alrededor, logrando generar importantes espacios de discusión sobre la conveniencia de implementar este tipo de soluciones en Metrópolis, ampliando así su espectro, inicialmente concebido para ciudades intermedias de países emergentes o en vía de desarrollo. Esta oportunidad fue aprovechada por las autoridades regionales y nacionales para replicarlo en otras ciudades del país; sin embargo, el principal logro fue el obtenido por organizaciones no gubernamentales, como el Instituto para el Desarrollo de Políticas para el Transporte (ITDP, por sus siglas en inglés), los organismos multilaterales de crédito y los grandes fabricantes de buses articulados y biarticulados, quienes han logrado posicionar este modelo alrededor del mundo, principalmente en países en vía de desarrollo, bien sea como complemento el sistema metro existente o como columna central del sistema de transporte masivo (Al Garete, 2016).

1.1.4 CONPES 3167 de 2002 - Masificación de los STM

El Documento CONPES 3167 de 2002 dio origen a la implementación de los Sistemas de Transporte Masivo (STM) en las ciudades o áreas metropolitanas del país con una población superior a los 600.000 habitantes, con el objetivo de dar solución a las deficiencias encontradas en

la prestación del SPTM, deficiencias que a la postre desencadenaban en los problemas de movilidad que en ese momento aquejaban a las principales ciudades del país.

En su introducción, este documento indica que la política “está orientada a mejorar el servicio de transporte público urbano de pasajeros mediante la aplicación de herramientas técnicas y financieras innovadoras”. Más adelante, el mismo documento indica que “... la Nación ha trabajado conjuntamente con las administraciones locales en las diferentes etapas de los estudios motivando de esta forma el intercambio de conocimiento. Así mismo, de manera conjunta con las ciudades se ha alentado la participación de consultores nacionales e internacionales, y vinculado universidades tanto en la recepción como en la promoción de capacitación. Con esto, se busca fortalecer una masa crítica local que impulse y fortalezca el desarrollo de programas de formación de profesionales con un enfoque en la operación, optimización y aprovechamiento de la infraestructura de transporte urbano a diferencia de la visión limitada de construir proyectos costosos como el Metro de Medellín. Así mismo, se espera fortalecer la prestación de servicios especializados en el sector”.

Aunque la política habla de “fortalecer la masa crítica local”, haciendo referencia a un proceso de apropiación del conocimiento de los diferentes saberes relacionados con el transporte masivo, su énfasis está orientado a los aspectos financieros para su implementación; de allí que, de manera explícita, invita a la aplicación de “herramientas técnicas y financieras innovadoras” y condiciona su alcance a un “mejoramiento de la gestión para la implantación de medidas de **bajo costo y alto impacto**”.

Es importante anotar que el costo total de un proyecto, considerando todo su ciclo de vida, está conformado por los costos de inversión inicial más los costos de operación. Por otro lado, el impacto de un proyecto incluye los aspectos positivos, los negativos y las externalidades (accidentalidad, medio ambiente, consumo energético, congestión, entre otros, para los sistemas de transporte masivo). Así las cosas, privilegiar la implantación de medidas de bajo costo y alto impacto, considerando como costo solo lo correspondiente a la inversión inicial y como impacto la cantidad de usuarios movidos por día, desconociendo los demás factores asociados a este tipo de proyectos, conlleva a una sola opción: los proyectos basados en BRT, tipo TRANSMILENIO, que fue la alternativa por la que se optó en Colombia.

Esta decisión prácticamente descarta la implementación de otras alternativas de STM, como, por ejemplo, los sistemas basados en trenes metropolitanos y los tranvías, ampliamente utilizados en ciudades medianas y grandes alrededor del mundo. Quizás de allí la dualidad que aqueja a la actual administración de la ciudad de Bogotá sobre la conveniencia de un Metro o de continuar solo con Transmilenio (Al Garete, 2016).

Por otro lado, cabe resaltar que la política reitera sobre la necesidad de una mayor eficiencia operacional y del mantenimiento de equipos e infraestructura, lo cual hace parte de uno de los procesos de la GT, este es la “explotación y aprovechamiento de la tecnología”, entendida como la capacidad para asimilar conocimiento, adaptarlo e implementarlo, buscado reducir los riesgos e incertidumbres a mediano y largo plazo.

1.1.5 Decreto 1485 DE 2002 - Fondo de reposición

Con este decreto se crea el fondo nacional de reposición y renovación del parque automotor para prestar el SPTM, con el objeto de atender los requerimientos económicos y financieros para la reposición y renovación del parque automotor de los vehículos de STPC terrestre de pasajeros con radio de acción metropolitano y/o urbano.

Este decreto busca subsanar un problema existente en el SPTM, esto es la obsolescencia. La GT incluye entre sus procesos el “abandono de la tecnología” cuando ésta ya no cumple los requerimientos de quien la usa. Esta función es determinante en los procesos de negociación e implementación de tecnología e incluye actividades como la identificación de los cambios tecnológicos, las tendencias y posibles escenarios futuros.

1.1.6 CONPES 3260 de 2003 - Evolución hacia los SITM

Este Documento complementa el Documento CONPES 3167 de 2002 y establece que la Nación cofinanciará los SITM de Bogotá, Cali, Barranquilla y su área metropolitana, Bucaramanga y su área metropolitana, Cartagena, Área Metropolitana de Centro-Occidente (Pereira y Dosquebradas), Valle de Aburrá y la extensión Transmilenio Bogotá - Soacha.

Como complemento, se ratifican las deficiencias identificadas en la prestación del SPTM en las principales ciudades del país y se comparan algunos indicadores del transporte público en las ciudades colombianas con los de ciudades referentes en Sur América. Entre las deficiencias

identificadas sobresalían la sobreoferta, rutas y operaciones inadecuadas, equipos obsoletos, deficiente calidad e insostenibilidad de la infraestructura vial. Adicionalmente identificaron que dichas deficiencias eran generadoras de importantes externalidades negativas sobre la calidad de vida y la productividad urbana, entre otras, la congestión, que reduce sensiblemente la productividad de la economía urbana; la contaminación ambiental, que genera efectos nocivos a nivel local y global; la accidentalidad, que conlleva a la pérdida de vidas, daños a la salud y la propiedad. Gómez (2011), consolidó los principales elementos del CONPES 3260 asociados a la problemática del STPC, identificando los problemas, la causa y sus efectos (ver Gráfico 1).

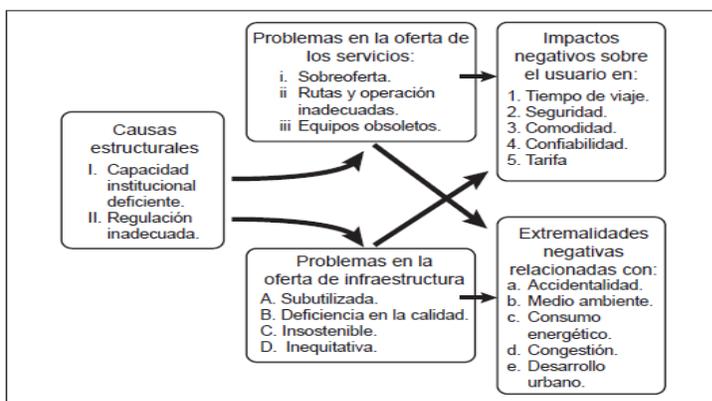


Gráfico 1. Problemática del transporte público en Colombia. Fuente: Gómez, 2011.

De acuerdo con en el Documento, las deficiencias mencionadas tenían su origen en el esquema empresarial existente, modelo que conlleva a la denominada “Guerra del centavo” (ver Gráfico 2) y del cual afirma que “... de persistir la situación actual del STPC, sus deficiencias seguirán limitando los niveles de productividad urbana y de calidad de vida en las grandes ciudades. Bajo este escenario se prevé que la demanda de transporte público disminuya, al menos en términos relativos a otros modos, debido a la mala calidad del servicio actual, reflejada principalmente en altos tiempos de viaje, elevados niveles de accidentalidad e inseguridad, creando presiones sobre las autoridades locales para subir las tarifas y cubrir los altos e ineficientes costos de operación, sin que haya una mejora en la calidad del servicio. Así mismo, en el largo plazo, en la mayoría de las ciudades se presentará la tendencia a aumentar los niveles de propiedad y uso del automóvil privado incrementando la congestión de las ciudades” (CONPES 3260, 2003).

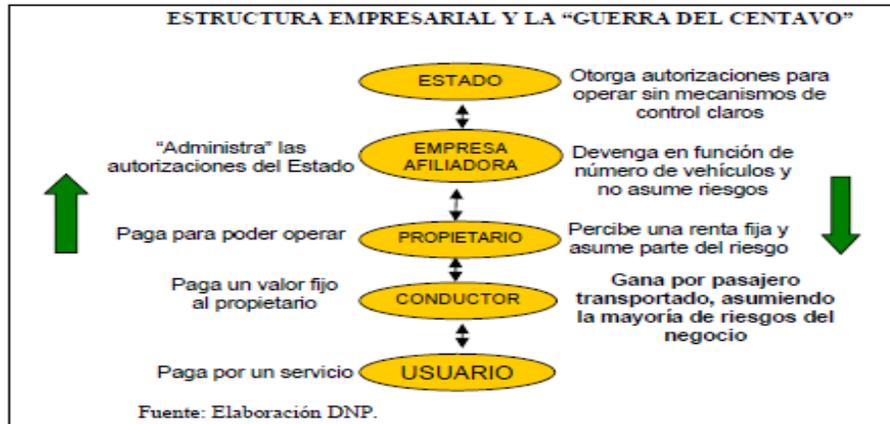


Gráfico 2. Estructura empresarial del STPC en Colombia. Fuente: DNP, 2003.

Los impactos esperados con la implementación de esta política incluirían:

- La movilización del 50% de los viajes en transporte público.
- La reducción entre un 20 y 35% del tiempo promedio de viaje.
- La disminución de 30% de los costos de operación.
- Tasas internas de retorno superiores al 16%.
- Reducción del número de choques en 80% y atracos en 40%.
- Reducción de las emisiones de monóxido de carbono (CO) hasta 50%, de óxidos de nitrógeno (NOX) entre 30 y 45%, compuestos orgánicos volátiles (metano e hidrocarburos) hasta 35%.

La inversión privada en los proyectos para la construcción de sistemas de transporte masivo sería utilizada para la compra, operación y mantenimiento de los buses y equipos de recaudo, el funcionamiento de la sociedad titular del sistema, el mantenimiento de la infraestructura, la compra de algunos componentes de la infraestructura y/o el aprovisionamiento para la expansión del SITM para mantener y aumentar su cobertura. El retorno de la inversión sería sustentada principalmente por los ingresos provenientes del cobro de la tarifa a los usuarios de los sistemas.

1.1.7 CONPES 3368 de 2005 - Seguimiento a la implementación

Este documento revisa o define los aportes que hará la Nación a los proyectos para la construcción de sistemas de transporte masivo y complementa los documentos 3167 de 2002 y 3260 de 2003 anteriormente discutidos, así:

- Se propone un marco fiscal general que guíe las diferentes decisiones del Gobierno Nacional con respecto a la programación y a las modificaciones de los aportes de la Nación en la financiación del programa de los SITM.
- Se desarrollan aspectos de carácter institucional donde se establece una política general para la participación de la Nación en los Entes Gestores de los SITM.
- Se presentan recomendaciones acerca de dos aspectos específicos del papel del Gobierno Nacional en la cofinanciación de los SITM: los componentes del sistema que son cofinanciables por la Nación y la Entidad Territorial; y la política acerca de costos adicionales y contingencias en el desarrollo de los SITM.

1.1.8 CONPES 3465 de 2007 – Financiación de los STM

Mediante este documento, el CONPES da su concepto favorable a la Nación para contratar empréstitos externos con bancos u organismos multilaterales, banca comercial u otras fuentes alternativas de fondeo hasta por un valor de US \$1.440 millones o su equivalente en otras monedas, destinados a la financiación parcial de los aportes de la Nación al Programa de los SITM.

Hurtado et al. (2011) afirman que este documento introdujo un nuevo y principal actor en el esquema institucional de los SITM, la banca multilateral (Banco Mundial), entidad que exige la creación de una Unidad Coordinadora del Programa (UCP), adscrita al Ministerio de Transporte. Se crea también una Secretaría Técnica del Proyecto dentro del DNP y un Comité Técnico y de Seguimiento del programa dentro del Ministerio de Hacienda. Todo ello conlleva a la centralización de un programa cuya naturaleza yace en las regiones, es decir, en los municipios o Áreas Metropolitanas con población superior a los 600.000 habitantes.

1.1.9 Decreto 2060 de 2015 - Sistemas inteligentes de transporte

Con este ley el Gobierno Nacional reconoce la importancia de integrar los avances de la tecnología en materia de automatización y comunicaciones a la prestación del servicio de transporte masivo, como, por ejemplo, los Sistemas de gestión y control de flota, de recaudo y de semaforización, entre otros (Bolella, 2010; Zen, 2010); en ese sentido, esta ley define que el Gobierno nacional “adoptará los reglamentos técnicos y los estándares y protocolos de tecnología, establecerá el uso de la tecnología en los proyectos SIT y los sistemas de compensación entre operadores.” Para ello faculta a las autoridades de tránsito y transporte en su respectiva jurisdicción para expedir los actos

administrativos para garantizar el funcionamiento de los sistemas de gestión de tránsito y transporte de proyectos SIT, de acuerdo con el marco normativo establecido por el Gobierno Nacional. Así mismo, donde existan Áreas Metropolitanas, éstas serán las encargadas de expedir dichos actos administrativos.

Cabe destacar que este decreto, entre sus principios, propende por el uso de tecnología avanzada y actualizada, indicando que la “tecnología que no sea obsoleta y que esté orientada a mantener la disponibilidad e interoperabilidad del sistema a través del tiempo, dentro de los parámetros que establezca el Ministerio de Transporte”.

1.1.10 Decreto 1079 de 2015 - Único Sector Transporte

El decreto 2060 de 2015 es una actualización del decreto 1079 de 2015 - Decreto Único del Sector Transporte, que consiste de un compendio de la normatividad generada para regular el servicio de transporte de personas y mercancías en Colombia en los modos aéreo, terrestre y acuático.

La normatividad revisada ha sido formulada con el fin de regular, fortalecer y hacer más eficientes los SITM. Es claro que para lograr los impactos esperados es necesario poner en práctica los procesos de la gestión de la tecnología, lo que incluye el monitoreo o vigilancia tecnológica, protección intelectual, adquisición y asimilación de tecnología, integración de tecnología en operación, valoración de tecnologías, transferencia de tecnología, asistencia técnica, la ejecución de cartera de proyectos, innovación de proceso y producto (Medellín, 2006), bien sea para la estructuración de los proyectos, la implementación nuevos STM, la operación, actualización y ampliación de los sistemas existentes, así como para la integración de los STM.

1.2 Materialización de la Política - SITM estado actual

Luego de más de diez años de formulada la “Política para mejorar el servicio de transporte público urbano de pasajeros” se tienen importantes cuestionamientos al desempeño de los STM implementados en el país (CGR, 2012; FEDESARROLLO, 2013; www.caracol.com.co, consultado el 18 de enero de 2014, www.elcolombiano.com, consultado el 18 de enero de 2014, www.elcolombiano.com, consultado el 12 de octubre de 2016; www.semana.com, consultado el 14 octubre de 2016). En este numeral se discute de manera breve el estado actual de los SITM del país. Esta revisión se basa en documentos provenientes de la CGR, ANDI y del Centro de Investigación Económica y Social (FEDESARROLLO).

▪ Contraloría General de la República (CGR)

En un informe del año 2005 sobre la política para mejorar el transporte masivo, la CGR indicaba que “los lineamientos generales de esta normatividad se inclinan por el desarrollo del transporte masivo en las ciudades, se concentran en el financiamiento y el aporte de recursos nacionales, descuidando aspectos técnicos, urbanísticos y ambientales” (CGR, 2005, citada por Hurtado et al., 2011). Posteriormente, en su informe de auditoría gubernamental con enfoque integral con vigencia del año 2011, realizado por la CGR al Ministerio de Transporte resume que, con excepción del Sistema Transmilenio, ningún STM del país logró alcanzar la demanda estimada, “siendo ello un riesgo muy grande que afecta el modelo financiero y por ende la sostenibilidad de los mismos” (CGR, 2012). Las buenas prácticas en GT son el mecanismo para subsanar el “descuido” en los aspectos técnicos, urbanísticos y ambientales mencionados por la CGR.

▪ Asociación Nacional de Industriales

La Asociación Nacional de Industriales - ANDI - informa en su reporte del sector transporte que desde el año 2005 se presenta una caída sostenida en el uso del transporte urbano (ANDI, 2012), lo que indica que, a pesar del intento de mejorar las condiciones del SPTM en el país, la preferencia sigue siendo el uso del transporte particular (ver **Gráfico 3**).

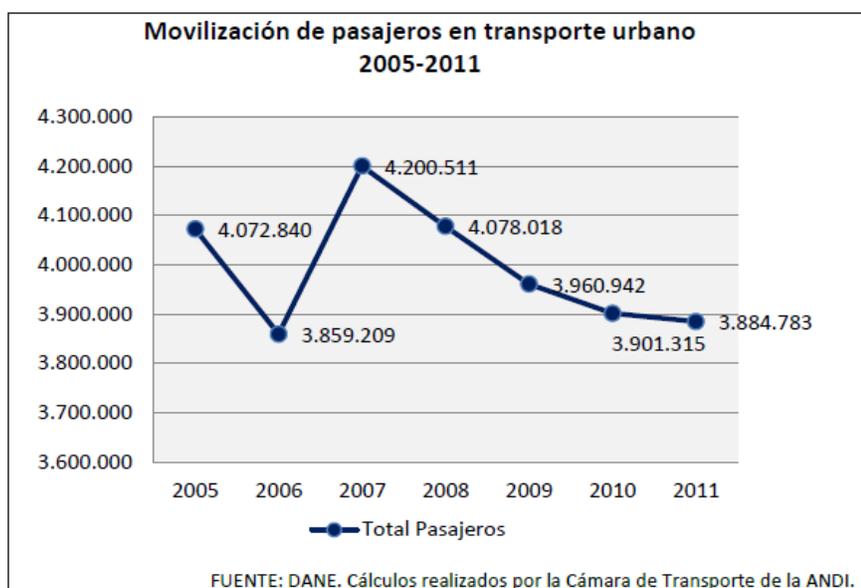


Gráfico 3. Movilización de pasajeros en transporte de público en Colombia 2005-2011. Fuente: ANDI, 2012.

▪ Centro de Investigación Económica y Social

En un extenso documento, denominado “La integración de los sistemas de transporte urbano en Colombia - Una reforma en transición”, FEDESARROLLO (2013) analiza los resultados de un estudio realizado al desempeño de los SITM de cuatro ciudades, Cali, Pereira, Bucaramanga y Barranquilla. En un apartado, sobre los desafíos de los SITM, el informe indica que los SITM de Colombia no son sostenibles, lo cual es consecuencia de un círculo vicioso propiciado por el desequilibrio financiero de los operadores, la reducción de las frecuencias de servicio y la reducción de la demanda. Adicionalmente, el informe indica que “Algunas características del contexto institucional alimentan el círculo vicioso de iliquidez, mala calidad del servicio prestado y demanda baja del SITM. Estas fallas provienen de dos fuentes: incentivos que no están alineados hacia el funcionamiento eficiente del transporte urbano y capacidades bajas para la gestión del sistema” y añade “... el bajo nivel de las capacidades dificulta la optimización de rutas y, por lo tanto, el funcionamiento del sistema”.

Los tres informes revisados indican que la solución implementada para dar solución a los problemas de movilidad en las grandes ciudades del país no ha arrojado los resultados esperados. Los tres informes coinciden en que los SITM no han alcanzado la demanda estimada, La ANDI y FEDESARROLLO coinciden que desde el año 2005 hay una reducción sostenida del uso del servicio de transporte masivo, lo que significa que, a pesar de las altas inversiones realizadas para la implementación de STM en las principales ciudades del país, la preferencia de los usuarios sigue siendo el transporte privado y que es necesario adelantar acciones innovadoras que incentiven el uso del transporte público.

El informe de FEDESARROLLO (2013) es más concreto sobre las causas que limitan el logro de los objetivos propuestos, e indica que una de ellas es la “falta de capacidades”. Como se mencionó en la introducción a este capítulo, la gestión tecnológica incluye entre sus actividades la identificación de capacidades, el aprendizaje tecnológico, la capacidad de absorción, el desarrollo de procesos innovadores, entre otros. Así, por ejemplo, la identificación de capacidades hace referencia a las capacidades tecnológicas requeridas, las disponibles y las necesarias para cerrar las brechas identificadas en los diferentes procesos de la gestión tecnológica, por ejemplo, en la negociación y transferencia de tecnología.

1.3 La gestión tecnológica en la estrategia competitiva

La GT conjuga la aplicación de bases de conocimientos y el óptimo uso de los recursos con el fin de brindarle a la empresa ventajas competitivas en un entorno cada vez más globalizado, exigente y dinámico. Esta gestión adquiere mayor importancia en las empresas de “base tecnológica”, es decir, aquellas empresas que se basan en el dominio intensivo del conocimiento científico y técnico para mantener su competitividad.

La GT se fundamenta en dos procesos primarios, su adquisición o transferencia y su explotación indican Ortiz y Pedroza (2006); añaden que, en un contexto más amplio, la GT incluye los procesos para la identificación, selección, adquisición, explotación y producción (Gregory, 1996, citado por Ortiz y Pedroza, 2006).

La implementación de buenas prácticas de GT asociada a los STM redundará, por lo tanto, en la identificación, selección, adquisición y aprovechamiento de aquellas tecnologías que aportarán al logro de los objetivos corporativos, a la seguridad operacional, y al cumplimiento de la normatividad legal y ambiental. Por el contrario, la falta de buenas prácticas de GT dificulta el logro de los objetivos corporativos, teniendo como consecuencia frecuentes adiciones presupuestales, retraso en los cronogramas, adquisición de tecnologías que no se ajustan al estado del arte o que riñen con las tendencias y disposiciones en materia ambiental, no propician la integración con los demás sistemas de transporte existentes, generan dependencia tecnológica, no cumplen con las expectativas de vida útil y no se ajustan a las expectativas de los ciudadanos.

En el caso colombiano, la falta de capacidades de gestión de los MBRT (FEDESARROLLO, 2013) tiene como consecuencia un bajo aprovechamiento de la tecnología, sobre costos operativos y disminución de los ingresos esperados debido a la baja aceptación de estos sistemas por parte los usuarios, lo cual se evidencia en una demanda menor a la estimada en los estudios de factibilidad de los proyectos. Ahora bien, con el fin de compensar la disminución de los ingresos debido a un menor número de usuarios, los entes gestores y los operadores de los STM suelen recurrir el incremento la tarifa, lo que conlleva a la pérdida de competitividad frente a otros medios de transporte, principalmente del transporte particular y del transporte informal, situación que afecta aún más la sostenibilidad económica de los STM, generando así un círculo vicioso que conduce a sistemas cada vez más ineficientes, ver **Gráfico 4** (Banco Interamericano de Desarrollo, 2005).

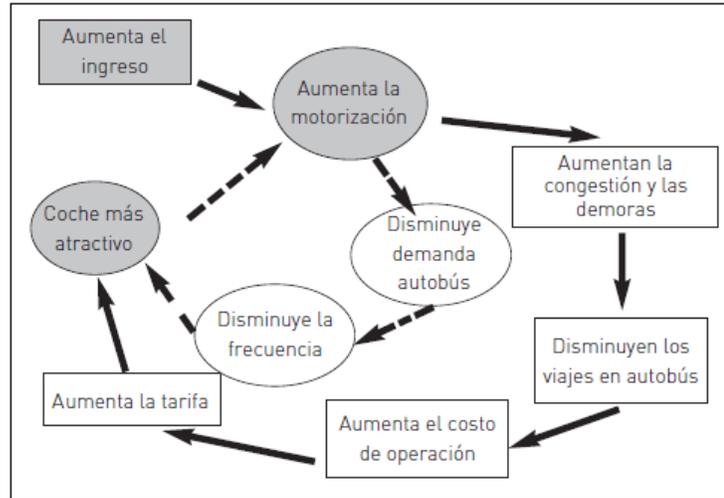


Gráfico 4. Evolución del transporte en área metropolitana. Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo, 2005.

1.4 Antecedentes y justificación

1.4.1 Antecedentes

Los STM se han convertido en una imperiosa necesidad para aportar a la solución de los problemas de movilidad que se presentan en las grandes ciudades del mundo.

Los aspectos relacionados con la movilidad son definidos a través de políticas públicas (Navas, 2008; Mateus, 2008; Banco Mundial, 2009), lo que incluye la estructuración, regulación de los prestadores del servicio de transporte masivo de pasajeros y su articulación para conformar los denominados SITM.

En Colombia, la normatividad asociada a los sistemas de transporte masivo data desde finales de los años 80; adicionalmente, el Gobierno Nacional y las administraciones locales han hecho millonarias inversiones para aportar a la solución de los problemas de movilidad. Infortunadamente los resultados obtenidos no coinciden con los objetivos propuestos en las políticas formuladas en materia de transporte público masivo.

1.4.2 Justificación

Colombia cuenta con una incipiente industria del transporte, caracterizada por una escasa producción tecnológica. Ante las limitaciones existentes para la producción de las tecnologías requeridas, los entes gestores y los operadores de los STM disponen de diferentes alternativas para convertir sus debilidades en fortalezas y hacer más eficiente su accionar, mediante la incorporación de buenas prácticas de gestión tecnológica y procesos innovadores. Algunas de estas alternativas son:

- Fortalecer capacidades para la identificación, selección, negociación, transferencia, apropiación y adaptación de tecnología.
- Desarrollar capacidades para la asimilación y absorción de tecnología.
- Implementar metodologías para la identificación temprana de necesidades no resueltas del sector o de oportunidades propias del mercado que le permitan tener ventaja competitiva para el establecimiento de alianzas estratégicas con los diferentes agentes de la industria del transporte de pasajeros.
- Establecer alianzas estratégicas, entre diferentes operadores y entes gestores, que conduzcan a la unificación de tecnologías y realizar “negociaciones en bloque”, buscando los beneficios que brindan las “economías de escala”.
- Establecer alianzas con universidades y centros de investigación para fortalecer la masa crítica.
- Establecer alianzas con la industria local y los centros de investigación para el desarrollo de productos y tecnologías que conlleven a la sustitución de importaciones.
- Establecer alianzas que permitan explotar el conocimiento adquirido mediante la comercialización de servicios especializados.

Todas estas acciones deben realizarse de manera sistemática, en concordancia con la institucionalidad y alineadas con la estrategia tecnológica (ET) adoptada por los entes gestores y demás agentes del servicio de transporte masivo. De allí que, plantear un modelo de gestión tecnológica, orientado fortalecer las capacidades en los procesos de negociación y transferencia de tecnología para los sistemas de transporte masivo de pasajeros, permitirá disponer de una herramienta para hacer más eficiente prestación del servicio de transporte masivo del país.

1.5 Planteamiento del problema u oportunidad

La materialización de la Política para mejorar el servicio de transporte público urbano de pasajeros, adoptada por el gobierno nacional para dar solución a los problemas de movilidad, conllevó a la construcción de SITM en varias ciudades del país. Ninguno de los sistemas construidos ha logrado los impactos esperados y, por el contrario, han desencadenado un círculo vicioso de iliquidez, mala calidad del servicio prestado y baja demanda. Una de las causas de este deficiente desempeño radica en la baja capacidad para la gestión del sistema. Debido a esto, es pertinente proponer e implementar acciones que permitan convertir en oportunidades las deficiencias identificadas.

La GT ofrece herramientas que facilitan el desarrollo de capacidades para la identificación, selección, negociación, producción, transferencia, apropiación, adaptación y abandono de la tecnología; la asimilación y absorción de tecnología; la identificación temprana de necesidades no resueltas y de oportunidades que conlleven al establecimiento de alianzas estratégicas. El fortalecimiento de estas capacidades y su puesta al servicio de los STM redundará en un desempeño más eficiente de estos sistemas.

Ahora bien, dado el amplio campo de acción de la GT, se hace necesario focalizar los esfuerzos. En ese sentido, partiendo del concepto de que el país presenta una fuerte dependencia de las tecnologías relacionadas con la industria del transporte, las cuales deben ser adquiridas mediante procesos de importación, se considera necesario darle prioridad al fortalecimiento de las capacidades relacionadas con los procesos de negociación y transferencia de tecnología. La identificación, desarrollo y fortalecimiento de estas capacidades debe brindar las herramientas para realizar estos procesos de manera mucho más eficiente.

1.6 Hipótesis

El planteamiento y puesta en práctica de un modelo de gestión tecnológica, orientado al fortalecimiento de las capacidades para la negociación y transferencia de tecnología y que esté ajustado a las particularidades de la prestación del servicio de transporte masivo del país, permitirá disponer de una herramienta para hacer más eficiente el accionar de estos sistemas, haciéndolos más competitivos un entorno cada vez más globalizado, exigente y dinámico.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Plantear un modelo de gestión tecnológica orientado a la optimización de las actividades de transferencia y negociación de tecnología, para sistemas de transporte urbano terrestre masivo de pasajeros en Colombia.

1.7.2 Objetivos específicos

- Proponer un modelo de gestión tecnológica, que permita realizar una adecuada identificación, selección e implementación de tecnología; mediante unos adecuados procesos de transferencia y negociación de tecnología.
- Identificar los mecanismos necesarios para la transferencia y negociación de tecnología en los sistemas de transporte urbano terrestre masivo de pasajeros.
- Diseñar estrategias de identificación, evaluación y asimilación de las capacidades tecnológicas de los sistemas de transporte masivo en Colombia, con el propósito de priorizar los procesos de negociación y de transferencia más adecuada y eficiente para la gestión tecnológica.

2. Capítulo 2 - Marco teórico

FEDESARROLLO afirma que existen “Algunas características del contexto institucional que alimentan el círculo vicioso de iliquidez, mala calidad del servicio prestado y demanda baja del SITM. Estas fallas provienen de dos fuentes: incentivos que no están alineados hacia el funcionamiento eficiente del transporte urbano y capacidades bajas para la gestión del sistema”. Adicionalmente afirma que “... el bajo nivel de las capacidades dificulta la optimización de rutas y, por lo tanto, el funcionamiento del sistema” (FEDESARROLLO, 2013).

Este capítulo centra su interés en la gestión tecnológica y su campo de acción en los STM, para ello se parte de la definición de tecnología, luego se hace una introducción de las diferentes etapas del ciclo de vida de la tecnología. Una vez definida la tecnología se avanza a los conceptos relacionados con la gestión tecnológica, sus orígenes, funciones y procesos, se le da especial interés a dos de estos procesos: la negociación y la transferencia de tecnología. Posteriormente se introducen los conceptos relacionados con la industria del transporte masivo, pasando por la identificación de los orígenes de los sistemas de transporte masivo de pasajeros y su posterior evolución a los sistemas integrados de transporte masivo.

2.1 La tecnología y su gestión

2.1.1 Tecnología

Algunas de las definiciones de tecnología son:

- “El sistema de conocimientos y de información derivado de la investigación, de la experimentación o de la experiencia y que, unido a los métodos de producción, comercialización y gestión que le son propios, permite crear una forma reproducible o generar nuevos o mejorados productos, procesos o servicios” (Benavides, 2004, citado por Ortiz y Pedroza, 2006).

- “El medio a través del cual se traslada el conocimiento científico a la solución de problemas concretos de una manera efectiva, mediante entidades tecnológicas que consisten en aparatos, procedimientos y habilidades” (Van Wyk, 2004, citado por Ortiz y Pedroza, 2006).
- “El conjunto de conocimientos, máquinas, herramientas, métodos y relaciones económicas y sociales del medio orientados a la satisfacción de necesidades a través de la producción de productos, servicios o procesos” (Solleiro y Herrera, 2008).
- “La aplicación sistemática del conocimiento científico u otro conocimiento organizado a tareas prácticas” (Galbraith, 1967, en Fernández, 2005, citado por González, 2011).
- “El conocimiento sistemático para la fabricación de un producto, la aplicación de un proceso o el suministro de un servicio, si éste puede reflejarse en: una invención, un diseño industrial, un modelo de utilidad o en una nueva variedad de planta, o en información o en habilidades técnicas, o en los servicios y asistencia proporcionada por expertos para el diseño, instalación, operación o mantenimiento de una planta industrial, o para la gestión de una empresa industrial o comercial o sus actividades” (OMPI, en Echarri y Pendás, 1999, citado por González, 2011).

En el presente trabajo el concepto de tecnología utilizado será el conjunto de conocimientos y los medios (máquinas, herramientas, insumos, entre otros) que facilitan la repetitividad en la elaboración de un producto o en la prestación un servicio. Este concepto incluye varios elementos de las definiciones previamente dadas: el conocimiento puede provenir de la investigación, la experimentación o la experiencia; conocimiento que, organizado de manera sistemática y llevado a procesos y procedimientos, se convierte en el “know how” o el “saber hacer”, que permite garantizar la reproductividad de los productos o servicios ofrecidos, así como desarrollar mejoras incrementales e innovaciones que respondan a los cambios del entorno.

Clasificación de las tecnologías

No existe consenso sobre la clasificación de las tecnologías, sin embargo, a continuación se relacionan algunas clasificaciones encontradas en la literatura:

a. Por su función dentro del proceso productivo

- Tecnología de proceso, se refiere al “conjunto organizado de métodos o procedimientos, técnicas, conocimientos de ingeniería y diseño, habilidades y experiencias aplicados al procesamiento de productos” (Velásquez y Medellín, 2005).

- Tecnología de equipo, se refiere al “conjunto organizado de métodos o procedimientos, técnicas, instructivos de uso, conocimientos prácticos, memorias de cálculo, habilidades y experiencias relacionadas con el diseño, fabricación, operación y mantenimiento de maquinaria y equipo así como de sus partes y componentes, instrumentación y control, instalaciones y servicios auxiliares” (Velásquez y Medellín, 2005).
- Tecnología de producto, se refiere al “conjunto organizado de métodos o procedimientos, normas, técnicas, conocimientos aplicados, memorias de diseño y especificaciones, manuales, habilidades y experiencias requeridos para desarrollar y producir un producto” (Velásquez y Medellín, 2005).
- Tecnología de operación, se refiere al “conjunto organizado de métodos o procedimientos, técnicas, know-how, conocimientos prácticos, memorias de cálculo, hojas de proceso, manuales, habilidades y experiencias requeridos para organizar el trabajo y operar una planta o fábrica” (Velásquez y Medellín, 2005).

b. Por su importancia estratégica para la empresa

- Tecnología base, es “la necesaria para poder fabricar; es conocida por todos los competidores, se encuentra al alcance de cualquier empresa competidora y se puede acceder a ella de manera relativamente fácil” (Velásquez y Medellín, 2005).
- Tecnología clave o crítica, es la que “genera ventajas competitivas tales como la diferenciación del producto o costos inferiores a los de la competencia; soporta la posición competitiva de la empresa” (Velásquez y Medellín, 2005).
- Tecnología emergente o incipiente, es la que “se encuentra en proceso de desarrollo y su impacto comercial es desconocido, si bien puede ser atractivo para el negocio en un futuro” (Velásquez y Medellín, 2005).

d. Por su compromiso con el medio o ambiente

- Tecnología limpia, es aquella que “al ser utilizada no produce modificaciones en el ambiente, es decir, la tecnología limpia se basa en el uso racional y equilibrado de los recursos, de manera que no afecten a los sistemas naturales” (Enciclopedia de Clasificaciones, 2016).

e. Por su componente físico o intelectual

- Tecnología incorporada, se refiere a la que está contenida en bienes de capital, materias primas básicas, intermedias o en componentes, etc.; generalmente se asocia con el concepto de hardware.

- Tecnología desincorporada, se refiere a la que se encuentra en las personas, en forma de conocimiento intelectual y operacional, documentos, manuales, planos, diseños, dibujos, aplicativos, etc.; generalmente se asocia con el concepto de software.

2.1.2 Gestión tecnológica - GT

La GT se fundamenta en dos procesos primarios, su adquisición o transferencia y su explotación indican Ortiz y Pedroza (2006); añaden que, en un contexto más amplio, la GT incluye los procesos para la identificación, selección, adquisición, explotación y producción (Gregory, 1996, citado por Ortiz y Pedroza, 2006).

Una primera aproximación a la GT fue dada a comienzos de los 80', definiéndola como "... una actividad industrial y un campo emergente de la educación y la investigación que generalmente no es bien reconocido o no se le ha definido de manera consistente. Le concierne el proceso de manejo del desarrollo tecnológico, su implantación, y difusión en las organizaciones industriales o gubernamentales. Además de manejar el proceso de innovación a través de la investigación y desarrollo, incluye el manejo de la introducción y uso de la tecnología en productos, en procesos de manufactura, y otras funciones corporativas" (Task Force, citada por Medellín, 2006). Como complemento, indica que la GT tiene entre sus fines el incremento de la competitividad de la empresa como resultado del buen uso de las tecnologías; el apoyo a la creación, transformación y entrega de valor a clientes y consumidores; la comprensión y oportuna actuación ante el veloz cambio tecnológico; la coordinación de las actividades de innovación tecnológica, así como la incorporación y asimilación efectiva de tecnologías externas; el desarrollo, protección, implantación y explotación de las tecnologías de la empresa de forma exitosa.

Por su parte, Hidalgo (1999) la define como "el proceso de manejar todas aquellas actividades que capaciten a la empresa para hacer el uso más eficiente de la tecnología generada internamente y de la adquirida a terceros, así como de incorporarla a los nuevos productos (innovación de producto) y a las formas en que los producen y se entregan al mercado (innovación de proceso). Este proceso conduce a un incremento de los conocimientos, que va a contribuir a una mejora de las capacidades de innovación de la empresa y a la obtención de ventajas competitivas, lo que le permitirá anticiparse a las reacciones de los clientes y de sus competidores". Adicionalmente indica que "... lo que ayuda a una empresa a competir en mejores condiciones no es la tecnología en sí misma,

sino su capacidad para gestionarla en beneficio del negocio propio frente a los competidores y en armonía con el resto de sus funciones estratégicas”. Finalmente, afirma que una eficiente GT debe incluir el desarrollo de capacidades para reconocer e interpretar las señales del entorno sobre las oportunidades y amenazas a la posición tecnológica de la empresa, para adquirir y desarrollar los recursos tecnológicos que necesita, la capacidad de asimilar las tecnologías que se incorporen a los procesos y de aprender de la experiencia que se adquiera.

La Fundación COTEC para la innovación – COTEC (1999) considera que la GT incluye todas aquellas actividades que capacitan a una organización para hacer el mejor uso posible de la ciencia y la tecnología generada tanto de forma externa como interna. Añade que este conocimiento conduce hacia una mejora de sus capacidades de innovación, de forma que ayuda a promocionar la eficacia y eficiencia de la organización para obtener ventajas competitivas.

Mientras que, Solleiro y Herrera (2008) la definen como “la vía óptima para combinar recursos humanos, técnicos y financieros para el cumplimiento de los objetivos de la organización”. Adicionalmente indican que la GT “...se ha convertido en una actividad esencial del mundo de los negocios, pues ayuda a manejar efectivamente las operaciones de las empresas, así como el desarrollo estratégico de capacidades que les faciliten competir en el mercado. Además, gracias a la adecuada gestión tecnológica, una empresa está preparada para el futuro, al reducir la incertidumbre asociada con el cambio y los riesgos de mercado, incrementando la flexibilidad y rapidez para responder ante nuevos retos”.

Una última definición, dada por Dankbaar (1993), citado por Escorsa y Valls (1998), indica que la GT comprende todas las actividades de gestión referentes a la identificación y obtención de tecnologías, la investigación, el desarrollo y la adaptación de las nuevas tecnologías en la empresa, y también la explotación de las tecnologías para la producción de bienes y servicios. La gestión de la GT incluye las tecnologías de producto y de proceso, pero también las tecnologías utilizadas en las funciones de dirección.

Las definiciones mencionadas coinciden en que la GT incluye entre sus objetivos el fortalecimiento de capacidades que redunden a un uso más eficiente de la tecnología durante su ciclo de vida. Estas capacidades deben incluir los diferentes procesos asociados a la GT, desde la identificación de las necesidades u oportunidades, pasando por la adquisición, hasta su abandono.

2.1.3 Capacidades tecnológicas

La capacidad tecnológica se entiende como el conjunto de recursos que se necesitan para generar y dirigir el cambio técnico, lo cual incluye conocimientos, destrezas, experiencia, adecuadas estructuras internas y conexiones interinstitucionales (Pavitt y Bell, 1992, citados por Robledo, 2010a. Por su parte, Kim (2000) define la CT como la aptitud para hacer un uso eficaz del conocimiento tecnológico en la producción, la ingeniería y la innovación, con el fin de mantener la competitividad, tanto en precio como en calidad, lo cual permite asimilar, emplear, adaptar y modificar las tecnologías existentes; crear nuevas tecnologías y desarrollar nuevos productos y métodos de fabricación.

La definición dada por Kim es mucho más amplia que la dada por Robledo, pues considera la creación de nuevas tecnologías. Sin embargo, Robledo (2010a) aclara que las capacidades tecnológicas de la empresa deben estar ligadas a la estrategia tecnológica. Así, por ejemplo, si la estrategia se orienta a la transferencia de tecnología (incorporar tecnología externa) requerirá de capacidades en sus funciones de ingeniería, producción y servicios técnicos, para lo cual es suficiente el aprendizaje a través de la vinculación de técnicos, la capacitación y el entrenamiento de personal. Añade Robledo que estas empresas corren el riesgo de tener dificultades para acceder a ciertas tecnologías, por lo que es posible que tengan que acumular mayores capacidades tecnológicas propias e incluso, hacer I+D. Este riesgo se hace más evidente en la medida en que las tecnologías de la empresa alcanzan su grado de madurez o declive, cuando se hace más complejo acceder a ellas, en cuyo caso se suele acudir al desarrollo mediante ingeniería inversa.

▪ Tipos de Capacidades

Algunos autores se han dado a la tarea de identificar y definir las capacidades tecnológicas requeridas por la empresa; por ejemplo, Núñez (2002) identificó cuatro capacidades (de producción, de inversión, de innovación y de eslabonamiento (Núñez 2002, citado por Escalante y Luna, 2008). Por su parte, Robledo (2010b) realizó una revisión bastante amplia sobre la producción bibliográfica en relación con las capacidades tecnológicas (Yam et al. (2004), Sher & Yang (2005), Wang, Lu & Chen (2008), Dodgson (1991), DiBella et al (1996), (Kim & Nelson, 2000), Guan & Ma (2003), son algunos de los autores citados) y como resultado identificó cinco tipos de capacidades tecnológicas: capacidades de I+D, de dirección estratégica, de mercadeo, de fabricación, gestión del recurso.

Según estos autores, indica Robledo, **la capacidad de I+D** (en intensidad y personal) está dirigida a introducir nuevo conocimiento tecnológico a la organización (incluye el integrar la estrategia de I+D, la implementación de proyectos, la gestión de portafolios de proyectos y los gastos de I+D, entre otros). La **capacidad de dirección** estratégica hace referencia a la habilidad de la dirección para asegurar la productividad, el rendimiento y la armonía organizacional en torno a la innovación tecnológica, haciendo uso de la planeación prospectiva, estratégica y operativa, al igual que promoviendo la cultura de la innovación. La **capacidad de mercadeo** se relaciona con la habilidad de la organización para publicitar y vender productos con base en la comprensión de demanda (presente y futura), del ambiente competitivo, los costos, beneficios y aceptación de la innovación. La **capacidad de fabricación** se refiere a la habilidad para transformar los resultados de I+D en productos que satisfagan los requerimientos del mercado; también incluye las técnicas de producción y mejoramiento de la calidad de los productos. La **capacidad de gestión** de recursos se refiere a la habilidad para adquirir y asignar apropiadamente capital, experiencia y tecnología a los procesos de innovación; también se refiere a la habilidad de la empresa para acceder a recursos financieros externos, entre otros (Robledo, 2010b).

2.1.4 Aprendizaje tecnológico (AT)

Kim (2000) afirma que el AT es el proceso de fortalecimiento y acumulación de las capacidades tecnológicas, lo cual puede darse mediante el aprender investigando, que amplía la frontera tecnológica, o mediante el aprender haciendo, a partir de la imitación. De allí que para los gobiernos y las empresas debe ser prioridad el fortalecimiento de las capacidades para poder así incrementar la competitividad; en la empresa mediante la GT, en los gobiernos mediante políticas que ayuden a crear una infraestructura importante que facilite y fomente su desarrollo. Por su parte, Núñez define el AT como el proceso que fortalece las capacidades para generar y administrar el cambio tecnológico (Núñez, 2002, citado por Escalante y Luna, 2008). Para Yam el aprendizaje tecnológico es la habilidad de la empresa para identificar, asimilar y explotar el conocimiento proveniente del ambiente circundante (Yam et al., 2004, citados por Robledo, 2010a)

▪ **Potencialización del aprendizaje tecnológico y la creación**

Kim (2000) propone un modelo analítico para explicar cómo se potencializan el aprendizaje tecnológico y la creación, a partir de la interacción entre el conocimiento explícito (codificado) y tácito (yace en la mente humana). El modelo incluye otras variables que crecerán a medida que se

avanza en una progresión espiral ascendente desde el plano individual hasta el nivel organizativo (Nonaka y Takeuchi, 1995, citados por Kim, 2000), como se observa en el **Gráfico 5**.

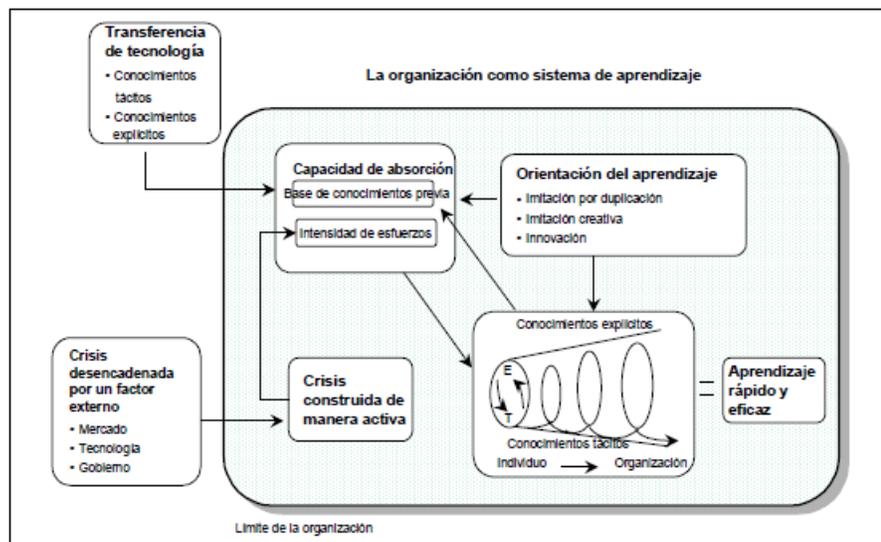


Gráfico 5. La organización como sistema de aprendizaje. Fuente: Kim, 2000.

Kim (2000) indica que el AT es un proceso acumulativo de conocimientos explícitos y tácitos de diferentes clases y características, cuya evolución dependerá de la orientación del aprendizaje, la capacidad de absorción y de los eventos que jalonan este proceso (crisis o motores de la innovación). En los países en desarrollo la orientación del aprendizaje suele pasar por tres etapas: parte de la **imitación por duplicación** de productos extranjeros maduros (desarrollo mediante ingeniería inversa); continúa con la **imitación creativa**, el aprendizaje acumulado brinda las capacidades para fabricar productos que incorporan nuevas características; finalmente se trasciende a la **innovación original**, mediante el desarrollo de nuevas tecnologías. La capacidad de absorción, es decir, la habilidad y motivación de los empleados para obtener conocimiento externo y utilizarlo para el desarrollo de la capacidad de innovación (Cohen y Levinthal 1990, citados por Ibarra et al, 2009), se compone de dos elementos: **la base de conocimientos y La intensidad de esfuerzo existente**; la base de conocimientos constituye la plataforma esencial en el AT, al influir el conocimiento actual en los procesos y la naturaleza del aprendizaje para generar un mayor conocimiento en el futuro. La intensidad de esfuerzo o cantidad de energía desplegada por la organización a la hora de resolver los problemas, que se puede medir mediante la inversión en I+D y el número de empleados asignados a las actividades de I+D, entre otros (Robledo, 2010b).

Resalta Kim (2000) que “Limitarse a exponer a las empresas al conocimiento externo pertinente resulta insuficiente si no se realiza un esfuerzo por internalizarlo. Por lo tanto, cuanto mayores sean la base de conocimientos existente y la intensidad de esfuerzo, más rápido y más a fondo será el proceso en espiral del aprendizaje tecnológico”.

2.1.5 Ciclo de vida de la tecnología

El ciclo de vida de la tecnología puede ser explicado de forma gráfica mediante las denominadas “curvas s”, que fueron propuestas por Richard Forest a finales de los 80’ (ver **Gráfico 6**). De acuerdo con el gráfico, el ciclo de vida de la tecnología está conformado por cinco (5) etapas: emergente, crecimiento, madurez, saturación y declive (Asociación de la Industria Navarra, 2008). Sin embargo, otros autores identifican solo cuatro etapas: emergente, crecimiento, madurez y declive.

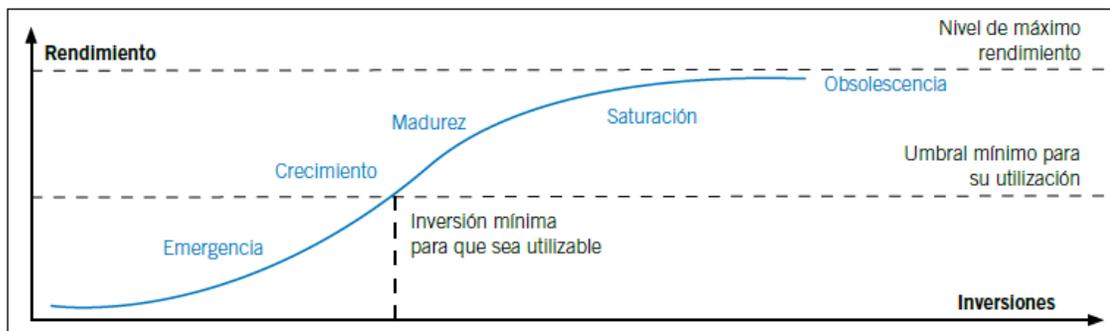


Gráfico 6. Ciclo de vida de la tecnología. Fuente: Asociación de la Industria Navarra, 2008

- Las tecnologías en fase **emergente** son aquellas que apenas están en proceso de surgimiento pero que tienen un gran potencial. Se caracterizan por su alto costo y alto riesgo de inversión; lo primero debido a que la recuperación de la inversión en investigación y desarrollo se le carga principalmente a la primera etapa de introducción del producto al mercado y; lo segundo, porque por tratarse de una tecnología nueva existe incertidumbre sobre su desempeño real y su aceptación en el mercado.
- Las tecnologías en fase de **crecimiento** o consolidación son aquellas que ya superaron la etapa emergente, su introducción al mercado ha sido exitosa logrando masificarse y aún son objeto de importantes mejoras incrementales.
- Las tecnologías en fase de **madurez** son aquellas que han sido suficientemente probadas y que presentan pocas posibilidades de mejoras incrementales.

- Las tecnologías en fase de **saturación** son aquellas que ya no permiten mejoras funcionales.
- Las tecnologías en etapa de **declive** son aquellas que ya empiezan a presentar problemas de confiabilidad y limitaciones para su consecución (obsolescencia) o que el costo de su ciclo de vida es superior al de otras tecnologías (nuevas tecnologías) que ofrecen atributos iguales o superiores, que las hacen más atractivas. Cuando estas dificultades aparecen es necesario evaluar la conveniencia de mantener, abandonar o modernizar dicha tecnología, lo cual debe estar alineado con la ET de la empresa.

La duración del ciclo de vida está bastante ligado al tipo de tecnología en cuestión, así, por ejemplo, las tecnologías asociadas a la informática, comunicaciones y automatización presentan un ciclo de vida bastante inferiores a las tecnologías asociadas a la mecánica, hidráulica y neumática; sin embargo, es importante anotar que este ciclo de vida cada vez es más corto independiente del tipo de tecnología, lo cual es propiciado por el progreso tecnológico, la internacionalización y masificación (Escorsa y Valls, 1998), así como de la estrategia comercial de los proveedores de tecnología a fin de promover la rotación de sus inventarios.

2.1.6 Gestión tecnológica y la gestión de la innovación

Escorsa y Valls (1998) afirman que desde comienzos de los años 80 se empezó a hablar de la gestión de la innovación. Adicionalmente afirman que la gestión de la investigación y el desarrollo (I+D) empezó a despertar atención, buscado mejorar la utilización de los recursos humanos y materiales para producir conocimientos. Varios autores propusieron modelos para explicar los procesos relacionados con la innovación, entre otros, Saren, Forrest, Rothwell, Trott, Escorsa, Hidalgo (López, Blanco, Guerra, 2009). Sin embargo, años después, las empresas constataron que lo realmente prioritario era innovar, es decir, convertir estos conocimientos en nuevos productos o nuevos procesos que aumentasen su rentabilidad; se trataba "no tanto de hacerse sabios como de hacerse ricos". Si los resultados de la investigación no se transforman en nuevos productos, no existen innovaciones ni beneficios empresariales. Nació así la gestión de la innovación, que incluye la gestión de la I+D pero añadiéndole otros aspectos como el lanzamiento de los nuevos productos o el estudio de las razones de su éxito o fracaso. Concluyen los autores indicando que la gestión de la tecnología, presenta muchos puntos de contacto con la gestión de la innovación, por lo que a menudo ambas expresiones se utilizan indistintamente, ya que sus fronteras no están perfectamente delimitadas. Muchas veces se habla también de la gestión de la innovación y la tecnología,

intentando reunir bajo una sola denominación todos los temas referentes a la optimización del uso de la tecnología en la empresa, lo cual obedece a una ET.

Una de esas definiciones que incluye la gestión de la innovación y la tecnología es la dada por Edward B. Roberts (1996), citado por COTEC (1999), la que señala que “es la organización y dirección de los recursos, tanto humanos como económicos, con el fin de aumentar la creación de nuevos conocimientos; la generación de ideas técnicas que permitan obtener nuevos productos, procesos y servicios o mejorar las ya existentes; el desarrollo de dichas ideas en prototipos de trabajo; y la transferencia de esas mismas ideas a las fases de fabricación, distribución y uso”.

2.1.7 Estrategia tecnológica (ET)

Porter (1996), citado Ortiz y Pedroza (2006), señala que la ET de la empresa la debe caracterizar por ser diferente de las otras, esto es, debe seleccionar deliberadamente un conjunto de tecnologías para proporcionar una mezcla única de valor. La diferenciación viene de la selección y ejecución de tecnologías. Por su parte, Hamel y Prahalad (1995), también citados por Ortiz y Pedroza (2006), centran su discurso en la necesidad de que las empresas identifiquen sus competencias clave y a partir de allí construyan su ET, la cual debe hacer parte de la agenda corporativa (Drejer y Ove 1999). Sin embargo, concluyen que ambos puntos de vista no son opuestos en absoluto sino que se complementan (Gibson, 1998, citado por Ortiz y Pedroza, 2006). Esta conclusión es bastante importante pues indica que la empresa debe gestionar la tecnología y la innovación de una manera integral.

La ET la define la alta dirección de la empresa y dependerá de elementos tales como la capacidad tecnológica de la empresa, de su posición frente a la competencia: ofensiva, defensiva, imitativa, dependiente, tradicional, oportunista (Freeman, 1974, citado por Escorsa Valls, 1998), del producto o servicio que presta (masificado o diferenciado), de su capital humano, capacidad financiera, capital relacional, capacidad de absorción, imagen, entre otros. Es importante resaltar que la ET debe ser periódicamente revisada y ajustada a fin de mantenerla vigente y alineada con las demás estrategias corporativas para así asegurar que la visión de la empresa se lleve a cabo (Ortiz y Pedroza, 2008)

2.1.8 Vigilancia Tecnológica

La vigilancia tecnológica es una de las funciones que requiere la gestión tecnológica (Morín, 1985, citado por Palop y Vicente, 1999) y se define como la función que “de manera sistemática detecta, analiza, difunde, comunica y explota las informaciones técnicas útiles para la organización, alerta sobre las innovaciones científicas y técnicas susceptibles de crear oportunidades y amenazas para la misma, investiga los hallazgos para el desarrollo de productos, servicios y procesos, y en algunos casos busca soluciones tecnológicas a problemas concretos de la organización” (AENOR, 2006).

Recomienda Palop (1999) que antes de iniciar la actividad de vigilancia debemos tener respuesta a una serie de interrogantes que determinan los factores críticos de vigilancia (FCV), entre otros: ¿Cuál es el objeto de la vigilancia?, ¿Qué debemos vigilar?, ¿Qué informaciones buscar?, ¿Dónde localizarlas?, ¿De qué forma comunicarlás?, ¿A quién dirigirlas?, ¿Qué medios vamos a destinar?, ¿Cómo Vigilar? Resalta también que otro aspecto fundamental de la vigilancia son las fuentes de información, entre las que se encuentran las ferias, las publicaciones y revistas, manuales, patentes, bibliometría /cienciometría / patentometría y la ingeniería inversa redes, etc.

Ya definidos los FCV e identificadas las fuentes de información se puede estructurar un proceso de vigilancia, para el cual se puede adoptar un modelo como se muestra en el **Gráfico 7**, que parte de la búsqueda, captación y difusión de información por parte de expertos en realizar este tipo de búsquedas y del manejo de bases de datos. Dicha información es tratada, analizada y validada por expertos en el tópico en cuestión quienes la convierten en un documento base para la toma de decisiones al interior de la organización en áreas incluso diferentes a las relacionadas con la tecnología (Inversiones en I+D+i, acuerdos de cooperación, alianzas estratégicas, abandono de proyectos ya iniciados por los competidores, emprendimiento de nuevos proyectos, abandono de tecnologías obsoletas). A esta función de utilizar la información proveniente de la vigilancia para la toma de decisiones estratégicas se le ha acuñado el nombre de Inteligencia Competitiva (AENOR, 2011).

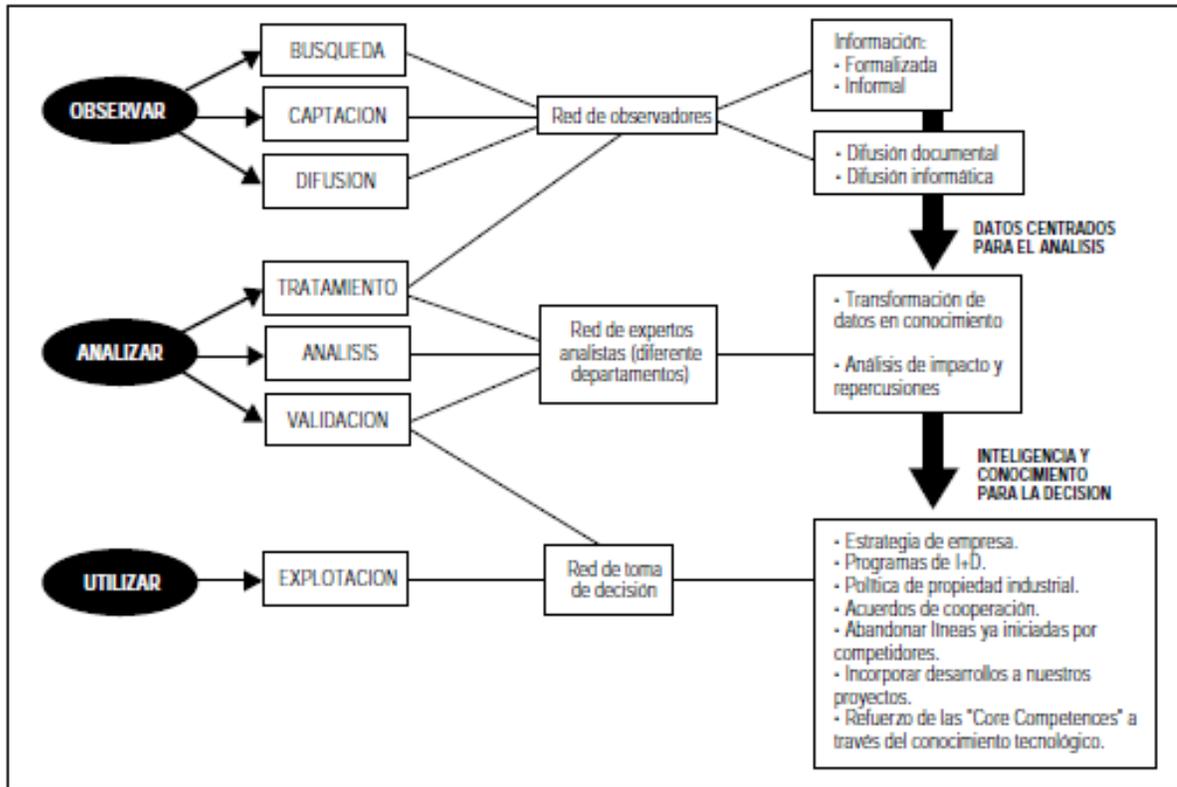


Gráfico 7. Funciones de la vigilancia. Fuente: Palop y Vicente, 1999.

2.1.9 Modelos de gestión tecnológica

Un modelo se puede definir como una representación conceptual, matemática, entre otras, que tiene como objetivo explicar el comportamiento de un sistema o proceso. En lo referente a la GT, desde mediados de los 80' se han planteado diversos modelos, como se relaciona a continuación, los cuales servirán de referencia para planear un modelo para la gestión tecnológica en sistemas de transporte urbano masivo de pasajeros en Colombia, objeto de este trabajo de grado.

a. Modelo del Consejo Nacional de Investigaciones de EEUU, 1997

Como primer antecedente importante se tiene el modelo conceptual en el que se identificaron las responsabilidades o áreas de actuación específicas de la GT (ver **Tabla 1**) y que fue denominado Management of Technology: The Hidden Competitive Advantage, publicado en 1987 por el Grupo de Trabajo sobre Gestión de Tecnología, integrado por el Consejo Nacional de Investigaciones (NRC) de Estados Unidos (Medellín, 2006).

Tabla 1. Responsabilidades de la GT. Fuente: National Research Council, 1987, citado por Medellín, 2006.

1. Responsabilidades estratégicas relacionadas con la tecnología	2. Responsabilidades interfuncionales relacionadas con la tecnología
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Entrepreneurship</i> (Manejo de la innovación). • Planeación estratégica de Investigación, Desarrollo, Ingeniería y Operaciones. • Políticas nacionales e internacionales. • Pronóstico tecnológico. • Evaluación de tecnologías. • Alianzas tecnológicas. • Vínculo de mercadotecnia con áreas técnicas (concepto, diseño y soporte de producto). • Manejo del cambio tecnológico (obsolescencia, discontinuidad). • Negociaciones de adquisición y <i>joint ventures</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> • Emprendimiento interno. • Transferencia de tecnología. • Diseño de sistemas sociotécnicos (interfase hombre/máquina). • Interfases organizacionales: <ul style="list-style-type: none"> a) Mercadotecnia con I+D. b) Fabricación con I+D. c) Administración con I+D.
3. Responsabilidades de I + D + Ingeniería + Operaciones	4. Servicios de soporte tecnológico
<ul style="list-style-type: none"> • Gestión de proyectos (internos y externos, pequeños y grandes, simples y complejos). • Manejo de profesionales y de organizaciones técnicas. • Manejo de la calidad y la productividad. • Gestión de las crisis. • Gestión de sistemas y procesos de I+D. • Desarrollo de nuevos productos. • Gestión de fuerza de ventas. • Capacitación de gerentes de I+D y de tecnología. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo y uso de sistemas de información para la gestión. • Gestión de recursos humanos, negociaciones contractuales. • Aspectos legales: propiedad intelectual, <i>joint ventures</i>, licenciamiento. • Análisis de riesgo y beneficios. • Economía de la tecnología. • Impactos éticos y sociales. • Sistemas expertos en gestión de la tecnología.

b. Modelo de Jacques Morín y Richard Seurat, 1997

Medellín (2006) agrega que, también en 1997, Jacques Morín y Richard Seurat publicaron su libro *Gestión de los Recursos Tecnológicos*, en el que plantearon la necesidad de completar la profesionalización de la gestión empresarial incorporando en ella la dimensión tecnológica por lo que propusieron un modelo que incluía tres funciones activas (optimización, enriquecimiento, protección de recursos tecnológicos) y tres funciones de apoyo (inventario, evaluación, vigilancia de tecnologías).

c. Modelo de Badawy, 1995

En 1995 Badawy propuso su modelo con el que buscaba proporcionar un punto de partida para conceptualizar la GT (ver **Tabla 2**), en este modelo se identifican los procesos y resultados que se corresponden con las fases de la GT en una organización (Medellín, Velásquez, 2006).

Tabla 2. Conceptualización de la gestión de tecnología: propuesta de un modelo. Fuente: National Research Council, 1987, citado por Medellín, 2006.

Fases/Espectro	Proceso	Resultado
Planificación y desarrollo de la tecnología.	Investigación básica. Investigación aplicada. Desarrollo.	Nuevo conocimiento. Invenciones. Innovación.
Aplicación de la tecnología.	Diseño de productos. Desarrollo de productos. Desarrollo de procesos. Integración.	Incorporación y uso de la tecnología en los productos, procesos de fabricación y otras funciones corporativas
Difusión de la tecnología.	Evaluación de la tecnología. Marketing y distribución de la tecnología.	Productos, procesos y servicios nuevos o mejorados.
Cambio tecnológico.	Predicción de la tecnología. Evaluación de la tecnología. Sustitución de la tecnología.	Reevaluación y utilización de la tecnología.

d. Modelo T-Map de M. J. Gregory, 1998

En 1998, el profesor de la Universidad de Cambridge M. J. Gregory propuso un modelo denominado “T-Map” que abarca cinco procesos de la GT: identificación, selección, adquisición, explotación y protección de tecnologías. (Phaal, et al., 2001, citados por Medellín, 2006).

Explican Medellín y Velásquez (2006) que la identificación se enfoca a tecnologías que no forman parte de la base tecnológica, aunque puedan tener un impacto significativo sobre las actividades actuales y futuras del negocio. La selección se enfoca a la evaluación de tecnologías potenciales contra un conjunto de criterios de decisión para determinar qué tecnologías deben ser soportadas y promovidas dentro del negocio. La adquisición se relaciona con el acceso y selección de tecnologías, así como su asimilación dentro de la organización. La explotación le compete el uso de tecnologías que ya forman parte de la base tecnológica de la empresa; la explotación puede involucrar la aplicación, la combinación o el desarrollo incremental de tecnologías para satisfacer una oportunidad de mercado que ha sido identificada, o la realización de su valor a través de la licencia, venta o joint venture. La protección se relaciona con la necesidad de reconocer y proteger la ventaja comercial que puede generar el control de tecnologías clave; en un sentido más amplio, se relaciona con la preservación de la base de conocimientos de la empresa y la minimización del riesgo de transferencia no planeada de tecnología fuera de la organización.

e. Modelo de Hidalgo y Pavón, 2002, citado por Amador y Márquez, 2008

Este modelo define cinco procesos que permiten identificar, evaluar y seleccionar, adquirir, asimilar y utilizar eficientemente el recurso tecnológico (ver **Gráfico 8**). Cada proceso tiene un objetivo específico, como se relaciona a continuación:

- Identificación de las tecnologías requeridas, que tiene como objetivo identificar aquellas tecnologías que parecen necesarias.
- Evaluación y selección, tiene como objetivo evaluar y seleccionar aquellas tecnologías que sean más adecuadas para la empresa.
- Adquisición, en caso de ser necesario adquirirla externamente, tiene como objetivo identificar y evaluar los posibles proveedores y realizar los acuerdos de suministro de dicha tecnología.
- Asimilación, tiene como objetivo adelantar la formación del personal, así como la adaptación de los procedimientos internos de la empresa.
- Utilización, tiene como objetivo realizar el aprovechamiento de la tecnología.

Este modelo está orientado a las empresas con pocas capacidades para producir tecnología, de allí que no considere aspectos relacionados con la protección y explotación de las tecnologías desarrolladas al interior de la empresa. Adicionalmente, no incluye actividades relacionadas con el abandono de las tecnologías una vez estas han concluido su ciclo de vida.



Gráfico 8. Procesos del modelo de GT de Hidalgo, Pavón.

Fuente: http://images.slideplayer.es/14/4371539/slides/slide_3.jpg

f. Modelo Temaguide (COTEC, 1999)

Este modelo, propuesto por la Fundación COTEC en una publicación que consta de tres tomos; en el primera se explican las capacidades clave que deben desarrollarse para gestionar la innovación tecnológica: vigilar, seleccionar o focalizar, capacitarse, implantar soluciones y aprender de la experiencia de éxitos y fracasos; el segundo tomo incluye una serie de herramientas de GT o pautas metodológicas (COTEC, 1999. Tomo 2) que apoyan cada elemento clave (ver **Tabla 3**); el tercer tomo recoge algunos casos reales a fin de facilitar la asimilación de esas pautas.

Tabla 3. Conjunto de herramientas del modelo de COTEC. Fuente COTEC 1999.

<i>Elementos gestión de la tecnología</i>		VIGILAR	FOCALIZAR	CAPACITARSE	IMPLANTAR	APRENDER
<i>Herramientas</i>						
Análisis de mercado		X	x		x	x
Perspectiva tecnológica		X	x			
Benchmarking		X	x			x
Análisis de patentes		X	X			
Auditorías		x	X			x
Gestión de cartera			X			x
Evaluación de proyectos			X	x		x
Creatividad		x	X	X	X	x
Gestión de derechos de la propiedad intelectual e industrial				X		
Gestión de interfaces				X	X	
Gestión de proyectos				X	X	
Trabajo en red		x	x	X	X	x
Funcionamiento en equipo			x	X	X	x
Gestión del cambio					X	
Funcionamiento ajustado			x		X	x
Análisis de valor			x		X	
Mejora continua					X	X
Evaluación medioambiental		x	x			X

x | Herramienta con posible aplicación en esta etapa.
X | Herramienta plenamente aplicable en esta etapa.

El modelo propuesto COTEC incluye cinco elementos (COTEC, 1999. Tomo 1), como se observa en el **Gráfico 9**, en el que el aprendizaje es el eje central de la organización que se integra con cada uno de los otros elementos clave. COTEC explica los componentes del modelo como sigue:

- **Vigilar:** buscar en el entorno interno y externo para identificar y procesar las señales o indicios de una innovación potencial. Estos indicios pueden ser las oportunidades que surgen de las actividades I+D, cambios en la legislación, el actuar de los competidores, entre otros.
- **Focalizar:** seleccionar estratégicamente aspectos en los que la organización se decide y compromete a asignar recursos en aquellas líneas de acción que ofrecen las mayores posibilidades de obtener una ventaja competitiva.
- **Capacitarse:** una vez que se ha elegido una opción, las organizaciones tienen que dedicar la capacidad y recursos (bien creándolos mediante I+D o adquiriéndolos mediante transferencia de tecnología) necesarios para ponerla en práctica. El problema no radica solamente en el conocimiento intrínseco de una tecnología, sino en el dominio del conjunto de conocimientos adyacentes, a menudo de forma tácita, que se necesitan para hacer que la tecnología funcione.
- **Implantar:** las organizaciones tienen que implantar la innovación, partiendo de la idea y siguiendo las distintas fases de desarrollo hasta su lanzamiento final como un nuevo producto o servicio en el mercado externo, como un nuevo proceso o método dentro de la organización.

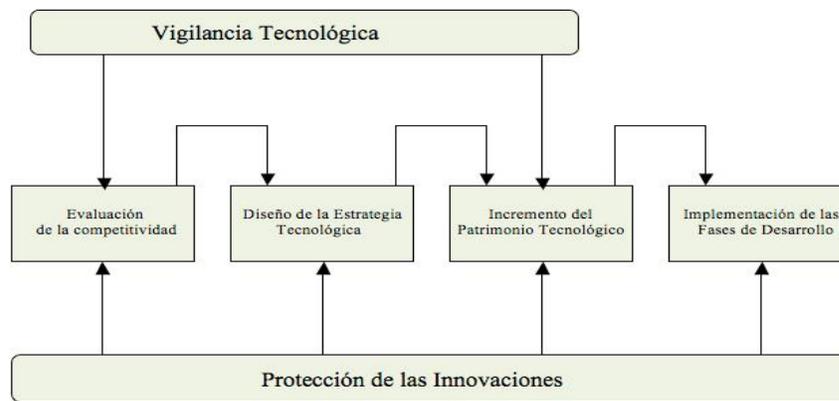


Gráfico 10. Funciones del modelo de GT de Hidalgo. Fuente: Hidalgo 1999.

2.1.10 Adquisición de tecnología como parte de la GT

Como se ha indicado, la GT se fundamenta en dos procesos primarios, su adquisición y su explotación (Ortiz y Pedroza, 2006). Ahora bien, para el proceso de adquisición la empresa cuenta con dos mecanismos básicos:

- Suplirla internamente (Desarrollarla y producirla).
- Obtenerla desde el exterior de la organización, mediante procesos de negociación y transferencia de tecnología.

Sin embargo, dado el amplio espectro de áreas de la tecnología que existe y la especificidad de cada empresa, es prácticamente imposible que una empresa cuente los recursos materiales (infraestructura, equipos, herramientas, entre otros) y con las capacidades para suplir internamente todas sus necesidades de tecnología; por ello, lo que más se presenta es una fusión de los dos mecanismos básicos (**desarrollo y transferencia**).

Ahora bien, para suplir los requerimientos tecnológicos a su interior las empresas cuentan con una serie de recursos externos que facilitan dicho propósito. Para un óptimo aprovechamiento de estos recursos es indispensable disponer del conocimiento o de las capacidades para adquirir dicho conocimiento afuera y llevarlo al interior de la empresa, incorporándolo a los procesos productivos (**Capacidad de absorción**). Entre los recursos disponibles se cuentan: el acceso a información de dominio público (patentes de invención vencidas, libros, revistas especializadas, catálogos, manuales, software libre, entre otros), la movilidad (intercambios, pasantías, ferias), el benchmarking; recursos que deben ser metodológicamente utilizados, de acuerdo con un programa de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva. Cabe anotar que, en general, en la información

de dominio público predominan tecnologías maduras u obsoletas, lo que presenta importantes limitaciones para tener una buena aproximación al estado del arte de la tecnología de interés. La capacidad de absorción facilita la implementación de procesos productivos, bien sea para la generación de nuevos productos o para “reproducción” de productos existentes, basados en las prácticas de **ingeniería inversa**, practicas bastante utilizadas desde mediados del siglo XX principalmente en los países asiáticos (Kim, 2000).

Es importante resaltar que estos recursos y las práctica de ingeniería inversa deben ser realizadas con criterios éticos, respetando los derechos de propiedad industrial e intelectual, los acuerdos de intención, los acuerdos de confidencialidad y demás mecanismos de que disponen los creadores, inventores o dueños de algún patrimonio intelectual y tecnológico para protegerlo del uso no autorizado o indebido. Así mismo, la empresa debe tener claramente definidos los mecanismos para **almacenar, proteger, distribuir y comercializar**, si es del caso, el conocimiento generado en sus procesos productivos, de investigación y desarrollo.

2.1.11 Transferencia de tecnología (TT) como parte de la GT

a. Definiciones

González (2011) define la TT como el movimiento de tecnología desde un proveedor a un receptor, quien adquiere la tecnología a cambio de una contraprestación. Adicionalmente recoge una serie de definiciones para la TT, las cuales se resumen en la Tabla 4.

Como se explicó en el apartado anterior, la empresa dispone de dos mecanismos básicos para la adquisición de la tecnología que requiere, estos son, suplirla internamente (Desarrollarla y producirla) y obtenerla desde el exterior, mediante procesos de negociación y TT.

En ese sentido, Medellín y Valencia, (2006) afirman que la TT es un proceso dinámico, que hace parte de la GT de la empresa, que tiene por objetivo obtener los activos tecnológicos desarrollados por otras organizaciones y que son de interés estratégico; otro objetivo es el obtener los conocimientos que le permitan fortalecer capacidades tecnológicas. Esta TT está encaminada en dos sentidos; por un lado, para satisfacer la necesidad de **mejorar la productividad y eficiencia** de los procesos (bajar costos de producción, disminuir los impactos ambientales, resolver un problema técnico, reforzar tecnologías desarrolladas por la propia empresa); por otro lado, para

satisfacer la necesidad de generar o **fortalecer la capacidad tecnológica de la empresa para innovar** y diferenciar sus productos de los competidores (producción de un nuevo producto, oportunidad de mercado, crecimiento).

Tabla 4. Resumen de definiciones de transferencia de tecnología. Fuente González, 2011.

DEFINICIÓN DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA Y CONOCIMIENTO	AUTOR
El movimiento de tecnología y saber-hacer (<i>know-how</i>) relativo a la tecnología entre socios (individuos, entidades y empresas) con el objetivo de mejorar como mínimo el conocimiento y habilidad de uno de los socios, así como fortalecer la posición competitiva de cada uno de los socios.	Norman Abramson (1997)
Transmisión –y en ocasiones la creación– de tecnología, con o sin la transmisión simultánea de bienes y servicios.	Echarri y Pendás (1999)
El movimiento de <i>know-how</i> , de conocimiento tecnológico o de tecnología de una organización a otra.	Roessner (2000) en Castro <i>et al.</i> (2008)
Acuerdo por el que una empresa adquiere las licencias de uso relativas a los derechos de propiedad de los que disponen otras empresas con el fin de acceder a la tecnología necesaria para el desarrollo de sus productos.	Hidalgo <i>et al.</i> (2002)
Ventas o concesiones, hechas con ánimo lucrativo, de tecnología que deben permitir al licenciatario o comprador fabricar en las mismas condiciones que el licenciante o vendedor.	Escorsa y Valls (2003)
Intercambio de habilidades, conocimientos, tecnología, métodos de fabricación o servicios entre gobiernos y otras instituciones para garantizar que los avances científicos y tecnológicos se traduzcan en nuevos productos, procesos, aplicaciones, materiales o servicios.	Wikipedia, Technology transfer (2009)
La aportación de equipos y conocimiento por parte del suministrador de la tecnología al concesionario; el suministro.	Sumribas
Transferencia del capital intelectual y del <i>know-how</i> entre organizaciones con la finalidad de su utilización en la creación y el desarrollo de productos y servicios viables comercialmente.	Cotec (2003)
La gestión (administración) de los derechos de propiedad industrial e intelectual de una organización: identificación, protección, explotación y defensa.	OCDE (2003b) en European Commission (2009)

González (2011) y Medellín y Velásquez (2006) coinciden en algunos de los elementos que componen de TT, estos son: las partes interesadas, modalidades, motivaciones, los cuales se integran en las diferentes etapas que hacen parte del proceso de TT, que inicia con la identificación de las tecnologías que pueden suplir de las necesidades existentes en la empresa, continúa con evaluación y selección de las más apropiadas, pasa por la negociación y selección del proveedor y finaliza con la implantación y adaptación. Las características de estos elementos se describen a continuación:

- **Partes interesadas:** Hace referencia a quienes hacen parte del proceso de TT, incluye, entre otros, a los proveedores la tecnología (Universidades, organismos de investigación, centros

tecnológicos, empresas con capacidad de investigación y desarrollo, bibliotecas); los receptores de tecnología (empresas con necesidades de innovar a través de la tecnología); los intermediarios del proceso (administración pública, oficinas de TT, fundaciones, agencias de desarrollo, fundaciones, cámaras de comercio, asociaciones, redes de transferencia, consultores, asesores, firmas de ingeniería, etc.)

- **Modalidades, alternativas o formas:** hace referencia a los mecanismos de negociación y transferencia normalmente utilizados. Estos se pueden clasificar según el tipo de acuerdo (compra, acuerdo de licencia, franquicia, cooperación técnica, asistencia técnica, creación de empresas de base tecnológica, asociaciones de riesgo compartido o joint ventures, acuerdo de subcontratación para fabricar componentes o piezas de ensamble); según la vía de la transferencia (directa del proveedor al receptor, sin intermediarios; o indirecta desde un intermediario al receptor); Según la formalidad de la colaboración (formal, mediante un contrato; o informal, sin contrato escrito); según el enfoque de la transferencia (de acceso a la tecnología o de comercialización de la tecnología); según el ámbito geográfico de la colaboración (local, regional, nacional, internacional); según el tipo de contraprestación acordada (económica, en especie, en alianza; por imperativo legal y desinteresada). Según el entorno o alcance de la transferencia (microeconómico o macroeconómico).

- **Motivaciones:** hace referencia a razones que conllevan a la transferencia, estas pueden ser de tipo tecnológico, económico, estratégico, comercial, social, cultural, legal o político. Estas motivaciones deben estar alineadas con la ET de la empresa o, en su defecto, se deberá revisar dicha estrategia.

b. Procesos que competen a la transferencia de tecnología

La TT debe atender, entre otros, los siguientes procesos concernientes a la GT de la empresa (Medellín y Velásquez, 2006), focalizando sus esfuerzos en las tecnologías clave de la empresa y apoyándose en los procesos de **vigilancia y prospectiva** tecnológica, así como de la inteligencia competitiva:

- **Identificación de necesidades de tecnología:** esta identificación debe partir de la ET, de las desviaciones al cumplimiento de los objetivos corporativos, de los cambios del entorno y al interior de la empresa y de los movimientos de los competidores, entre otros.

- **Identificación de los activos tecnológicos clave:** esta identificación debe incluir tanto las tecnologías incorporadas como las desincorporada, de la cual, obviamente, debe hacer parte el

capital intelectual de la empresa. Una de las herramientas utilizadas para este propósito son las denominadas **auditorías tecnológicas**.

- **Identificación de proveedores de tecnología:** esta identificación debe incluir a los proveedores estratégicos y sustitutos, así como a los proveedores de la competencia. Una de las herramientas utilizadas para este propósito son los denominados **inventarios de proveedores** o páginas amarillas.
- **Evaluación y selección de tecnologías y sus proveedores:** esta evaluación y selección de las tecnologías a incorporar a la organización y así como sus proveedores debe estar alineada con la estrategia tecnológica y obedecer a unos criterios técnicos, económicos, ambientales claramente definidos.
- **Negociación de contratos de TT:** la negociación de tecnología es uno de los procesos clave de la transferencia, pues es en este donde se pactan las condiciones técnicas, económicas, jurídicas, comerciales para el traspaso de la tecnología desde el proveedor al receptor.
- **La definición del plan para la adaptación de la tecnología:** generalmente la tecnología adquirida debe ser adaptada a las condiciones propias de la empresa receptora a fin de posibilitar u optimizar su desempeño, esta labor es fundamental en un proceso de TT, lo cual involucra la creación de capacidades tecnológicas para la organización.

c. Estrategia para la transferencia de la tecnología

Medellín y Velásquez (2006) proponen un diagrama de flujo del proceso de TT (ver **Gráfico 11**). Este diagrama inicia con la identificación de necesidades, sigue con la búsqueda de tecnologías y evaluación de alternativas, pasa a la negociación y finaliza en una etapa decisoria sobre la necesidad de adaptar o pasar directamente a la asimilación de la tecnología. Los autores adicionalmente plantean una serie de interrogantes a los que debe dar respuesta la estrategia para la transferencia de tecnología diseñada por la empresas, entre otras:

- ¿Cuál tecnología debe utilizar la empresa para producir de forma competitiva un producto o servicio?
- ¿Cuáles son las características fundamentales de la tecnología que se necesita para innovar?
- ¿La tecnología que se requiere es de producto, de proceso, de equipo, de operación o es una mezcla de ellas?
- ¿Cuenta la empresa con la tecnología necesaria, o con una parte de ella, o debe adquirirla por fuera?
- ¿Cuáles son las fuentes externas de tecnologías a las que se puede acudir para adquirirla?
¿Dónde se encuentran?

- ¿Están al alcance de la empresa esas fuentes externas de tecnología o, si no es el caso, cómo hacen para lograr que si lo estén?
- ¿Cuáles son las condiciones a cumplir para que podamos contar con la tecnología que necesitamos?
- ¿Cómo adquirir la tecnología que se requiere y bajo qué modalidad: compra, licencia, intercambio, asociación de riesgo compartido, alianza estratégica, etc.?
- ¿Se sabe cuál es su precio, las condiciones de venta y de mantenimiento?
- ¿Se cuenta con recursos económicos para adquirir las tecnologías que se necesita?
- ¿Dónde se pueden conseguir recursos económicos adicionales para adquirir la tecnología?
- ¿Cuál es el momento más adecuado para adquirir la tecnología?
- ¿Quién debe encargarse de la adquisición de la tecnología?
- ¿Cuáles son los comportamientos y aptitudes del recurso humano que se deben cambiar para facilitar la adquisición y asimilación de la tecnología?
- ¿Cuenta la organización con las capacidades y habilidades necesarias para dirigir y ejecutar este proceso exitosamente?

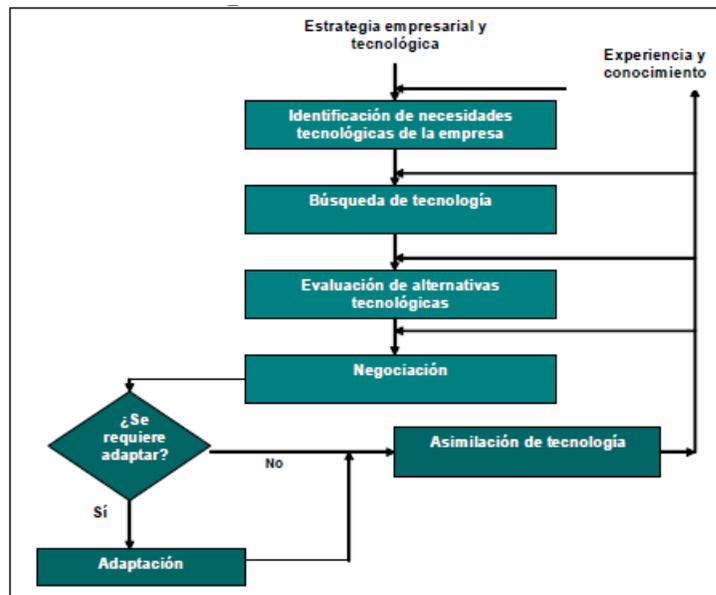


Gráfico 11. Diagrama de flujo para la TT. Fuente: Medellín y Velásquez, 2006.

2.1.12 Negociación de tecnología como parte de la TT

La negociación de tecnología es un proceso multidisciplinario mediante el cual se busca definir los acuerdos y condiciones a plasmar en un contrato (acuerdo de voluntades) para la transferencia de tecnología desde un proveedor a un receptor. Para ello, una vez la organización haya decidido incorporar una nueva tecnología (proceso de adquisición) que implique adquirir una tecnología externa (transferencia de tecnología) y se haya identificado un posible proveedor se tienen los elementos para iniciar un proceso de negociación de tecnología.

Etapas de la negociación

La negociación es un acto pacífico, ético, equilibrado y serio, que en caso de materializarse mediante un contrato, los negociadores deben sentirse ganadores, pues de lo contrario se corre el riesgo de posteriores incumplimientos. Un aspecto clave de toda negociación es el tiempo total que se pueden tomar las tres etapas que la conforman (preparación, ejecución y seguimiento), lo cual debe preverse para que la negociación se realice de manera normal, sin la presión de tomar decisiones apresuradas (Ramirez, 2006).

a. Preparación para la negociación

Recomienda Ramirez (2006) que para la negociación se debe disponer un equipo multidisciplinario cuyos integrantes deben suplir las siguientes funciones: responsable de la negociación y de la toma de decisiones, responsable de los aspectos técnicos, responsable de los aspectos financieros y responsable de los aspectos jurídicos. No es necesaria una persona por cada función, pero si es necesario que quienes conformen el equipo ostenten las capacidades y conocimiento requerido para los cuatro aspectos mencionados; en caso de no contar al interior de la organización con las capacidades necesarias para la negociación existe la posibilidad de apoyarse con asesores externos, lo cual debe ser conciliado con la otra parte. Una vez conformado el equipo, todos los integrantes deberán prepararse para la negociación en los temas comunes del proceso: el objetivo de la negociación, la estrategia corporativa, estrategia tecnológica, las características de la otra parte principalmente en sus prácticas para la negociación de tecnología, esto con el fin de tener un marco común y unicidad de criterios; adicionalmente, cada integrante en su especialidad deberá apersearse de todo el conocimiento e información que le permita atender con solvencia los aspectos que le competan.

El equipo negociador debe tener presente que, cuando se trata de negociaciones internacionales aspectos tales como la cultura, el idioma, la distancia, las estaciones, la diferencia horaria, afectan el desarrollo del proceso; en este caso, es necesario acordar aspectos como el dónde y cuándo se realizarán las negociaciones (donde el proveedor, donde el receptor, en un sitio neutro), el idioma a emplear, si es necesaria la participación de un traductor oficial, quien coordinará la logística de las reuniones que se realicen, entre otros, como se observa en la **Tabla 5** donde se relacionan los aspectos más importantes para la preparación para la negociación de acuerdos de transferencia de tecnología.

Tabla 5. Preparación de la negociación de acuerdos de transferencia de tecnología y conocimiento.
Fuente: Invest Northern Ireland, 2006.

PUNTO	DESCRIPCIÓN
Revisar la estrategia	<ul style="list-style-type: none"> Objetivos y metas perseguidas.
Revisar reuniones anteriores	<ul style="list-style-type: none"> Puntos acordados y desestimados. Estrategia utilizada por cada parte.
Analizar los aspectos pendientes de negociar	<ul style="list-style-type: none"> Analizar la posición de cada parte. Analizar el margen de flexibilidad disponible.
Considerar la obtención de un acuerdo a largo plazo	<ul style="list-style-type: none"> Plantear metas a medio y largo plazo.
Considerar la posición de la otra parte	<ul style="list-style-type: none"> Importancia del acuerdo para la otra parte. Analizar el aspecto más importante para la otra parte. Analizar el aspecto menos importante para la otra parte. Analizar las fortalezas y debilidades de la otra parte. Analizar la estrategia corporativa de la otra parte.
Organizar el equipo de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> Decidir quién o quienes asistirán a las reuniones con la otra parte. Desarrollar una estrategia y acordar las tácticas de negociación. Decidir la información a revelar a la otra parte.
Preparar una agenda de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> Elaborar planes de contingencia para los cambios imprevistos. Asegurar que se dispone de un frente común de negociación. Analizar las razones potenciales de retirada de la negociación.

b. Ejecución y seguimiento de la negociación

La ejecución de la negociación tiene por objetivo lograr el acuerdo más favorable para la organización, que debe realizarse según el cronograma y agendas definidas para cada reunión o conferencia acordada.

Como parte del seguimiento, se debe realizar actas de reunión, donde se relacionen los participantes, temas discutidos, avances y acuerdos logrados, temas por resolver y sus responsables.

En el caso de aspectos en los que no sea posible llegar a un acuerdo es conveniente considerar alternativas como posponer su discusión para otro momento, suspender temporalmente la negociación e incluso dar por terminado el proceso negociación cuando se agote el margen de negociación de los puntos en desacuerdo.

Informe final de los resultados de negociación que contenga, un resumen gerencial del proceso de negociación, una relación detallada de los aspectos administrativos y legales y de los aspectos propios del objeto de la transferencia acordados, un resumen de las lecciones aprendidas.

Contenido del contrato

En general, estos contratos se conforman por dos elementos principales, los aspectos legales y los aspectos propios del objeto de la transferencia.

a. Aspectos administrativos y legales

Entre los aspectos legales a considerar se destacan la razón social de las partes, objeto y alcance del contrato, idioma, plazo para su ejecución, el valor del contrato, moneda y la forma de pago, términos de negociación (términos INCOTERMS, para el caso de contratos internacionales), país sobre el cual se definirán los aspectos legales, mecanismos de solución de problemas, penalidades, pólizas, condiciones de seguimiento y control, etc.

b. Aspectos propios del objeto de la transferencia

González (2009) recomienda tener presente los siguientes elementos: la identificación explícita de la tecnología y el conocimiento a transferir, los derechos concedidos, sector o sectores donde se va a aplicar la tecnología, el territorio en el que se conceden los derechos, el tipo de licencia, la posibilidad de concesión de sublicencias de la tecnología a terceras partes, la confidencialidad de la tecnología e información, los medios para transferir la información, la autorización para modificaciones y mejoras de la tecnología, la asistencia técnica posterior, la subcontrataciones a terceros, etc.

2.2 La industria del transporte masivo de pasajeros

2.2.1 Integrantes de la industria del transporte

La industria del transporte masivo de pasajeros está conformada por las empresas e instituciones (agentes) que se dedican a la actividad del transporte masivo desde diferentes escenarios o grupos de interés. Estos actores se pueden clasificar en tres grupos de interés: los proveedores de tecnología (fabricantes de vehículos e infraestructura, distribuidores e integradores), quienes requieren la tecnología para prestar su servicio (entes gestores, agentes operadores, agentes de recaudo, agentes de control del tráfico y empresas de servicios a terceros) y las entidades soporte que, en la práctica, en su mayoría también son proveedoras de tecnología, entendida como conocimiento. Las características de estos agentes se describen a continuación:

a. Proveedores de tecnología

Este grupo incluye a los fabricantes, distribuidores e integradores de tecnología, quienes se encargan de proveer los componentes, equipos y sistemas que hacen parte de los vehículos y la infraestructura sobre la que éstos operan (**productos de tecnología**), así como los métodos o procedimientos para su explotación (**transferencia de conocimiento**). Las actividades realizadas por estos actores incluyen la investigación y el desarrollo, generando así oportunidades de innovación (Ongkittikul y Geerlings, 2006) mediante la integración de tecnologías provenientes de otros sectores (TIC, Energía, Nuevos materiales, entre otros). La sinergia de los procesos de transferencia de tecnología entre fabricantes, distribuidores e integradores permite disponer de complejos sistemas que precisen de diferentes áreas del conocimiento, que prácticamente sería imposible proveer por una empresa de manera individual. Este interactuar, que incluye los procesos de negociación, TT y gestión del conocimiento tiene como resultado final la puesta en servicio de complejas infraestructuras acondicionadas con vías, paradas y estaciones, sistemas de suministro de energía, sistemas para la gestión, monitoreo y control de la operación, sistemas de radio y comunicaciones, dispositivos para validación y acceso al sistema, dispositivos de recaudo, dispositivos electrónicos para vigilancia y control de acceso a instalaciones especiales, así de vehículos construidos con características específicas para operar en dichas instalaciones.

b. Receptores o explotadores de la tecnología

Este grupo incluye a los entes gestores, los agentes operadores, agentes de recaudo, agentes de control del tráfico y las empresas de servicios a terceros. Se encargan de poner en operación,

mantener, adaptar y optimizar vehículos e infraestructura, lo que precisa del desarrollo o fortalecimiento de capacidades que conduzcan a un óptimo aprovechamiento de la transferencia de conocimiento propia de estos procesos, cuyo alcance depende de los acuerdos de transferencia de tecnología definidos durante el proceso de negociación.

Los entes gestores juegan un papel primordial en la estructura operacional y administrativa de los MBRT en Colombia. De acuerdo con el Banco Mundial (2009) algunas de las funciones a cargo del ente gestor son:

- Construir, operar, administrar y mantener el sistema integrado de transporte masivo de pasajeros en su municipio o área metropolitana.
- Velar por el eficiente y correcto desarrollo del SITM.
- Garantizar el cumplimiento de las políticas de reasentamiento, medio ambiente, protección del patrimonio cultural y de habitantes naturales establecidas por el Banco Mundial, acogándose al marco de las políticas de reasentamiento y de medio ambiente.
- Establecer los mecanismos de ajuste y control económico necesarios para mantener en todo momento la viabilidad y sostenibilidad de los proyectos incluyendo su entrada en operación.
- Dar a conocer a la comunidad los respectivos SITM desde la etapa de diseño y estructuración de los mismos, con el propósito de realizar los ajustes y correctivos necesarios.
- Diseñar e implementar, junto con operadores privados y contando con el apoyo de la Nación, programas de evaluación de la calidad del servicio, de atención y protección al usuario y de mejoramiento continuo del sistema.
- Constituir el encargo fiduciario que manejará los dineros del proyecto.
- Licitación y suscribir convenios y/o contratos de planificación, construcción operación mantenimiento y control del SITM.

c. Entidades facilitadoras y de soporte

Este grupo, conformado por entes normalizadores, certificadores, consultores, centros de investigación I+D, los gremios, las asociaciones y las entidades de fomento, juega un papel fundamental en la industria del transporte masivo de pasajeros, principalmente en lo relacionado con actividades de aseguramiento de la calidad, el control y la vigilancia.

- Los entes normalizadores, que elaboran los estándares para que el diseño, construcción e integración de los equipos y sistemas que conforman la infraestructura y los vehículos se realice de

acuerdo con el estado del arte, conforme a unos criterios técnicos que garanticen una operación confiable y segura.

- Los entes certificadores, que validan que los equipos y sistemas que conforman la infraestructura y los vehículos efectivamente cumplen con los estándares definidos para cada caso (seguridad, confiabilidad, funcionales, entre otros).
- Los consultores y los centros de I+D, generalmente conformados por expertos en diferentes disciplinas, que suplen la falta de capacidades principalmente de los operadores y entes gestores, apoyándolos en actividades como la definición de especificaciones, los procesos de negociación y TT, los procesos de fabricación, integración y puesta en servicio de sistemas, así como en la realización de estudios para dar solución a problemas específicos.
- Las asociaciones, que son el mecanismo implementado, principalmente por los entes gubernamentales, usuarios, operadores y entes gestores, para identificar, socializar y gestionar problemas y necesidades comunes, así como para la definición y gestión de indicadores que permitan estandarizar, evaluar, comparar desempeño y establecer acciones de mejora.
- Las entidades de fomento, también denominadas entidades de interfaz del Sistema Nacional de Innovación (Robledo, 2010a) se encargan de apoyar a los diferentes agentes, bien sea de manera directa o mediante la intermediación, facilitando el establecimiento de alianzas entre los aprovechadores de la tecnología, los centros de I+D y organismos estatales. Estas entidades pueden tener cobertura regional, nacional o internacional.

Indica Robledo (2010a) que uno de los objetivos de la estrategia nacional de innovación en Colombia es diversificar, ampliar y consolidar las capacidades institucionales para el desarrollo científico y tecnológico del país, particularmente en relación con aquel tipo de instituciones que funcionan como mecanismos de interfaz entre las capacidades científicas e investigativas universitarias y las capacidades tecnológicas y productivas empresariales.

2.2.2 Economía del transporte

Los principios básicos de la economía del transporte parten de una entrada fundamental que es el “tiempo de los usuarios”, un usuario para quien el transporte no es un bien de consumo final sino un bien intermedio. Entre los elementos y principios se destacan una infraestructura óptima para atender la demanda en sus momentos más altos (horas punta u horas pico), una demanda con alta variabilidad temporal y de preferencias, un servicio con características de no almacenabilidad e

indivisibilidad; elementos que le hacen complejo establecer una estructura de costos y financiación a los prestadores del servicio, quienes además deben asumir el riesgo de realizar altas inversiones en proyectos con un horizonte de vida de 30 o más años, con una recuperación de capital basada en una demanda estimada, cargada de supuestos e incertidumbres (de Rus, Campos, Nombela, 2003).

Esta condición, sumada a que se trata de un servicio esencial, ha llevado a que este tipo de proyectos históricamente haya sido asumido en su totalidad por entidades estatales; sin embargo, las limitaciones en las finanzas públicas, sumado a la urgencia de dar respuesta a los problemas de movilidad, potenciaron el surgimiento de soluciones alternas como son los sistemas MBRT, mediante el establecimiento de **Asociaciones Público Privadas – APP** (Congreso de República de Colombia, 2012), en las cuales entidades estatales y los privados comparten los riesgos asociados a este tipo de inversiones.

2.2.3 Del transporte colectivo a los sistemas de transporte masivo

El servicio de transporte público de pasajeros se divide en dos tipos: **el colectivo** (tradicional) y el **masivo**; para el caso colombiano, las características y reglamentación para la prestación de ambos tipos de servicios están definidas en el Decreto Único del Sector Transporte (Decreto 1079 de 2015). La PNTU surge con el fin subsanar las deficiencias identificadas en el STPC, para lo cual se propone implementar STM en las ciudades o Áreas Metropolitana con una población superior a los 600.000 habitantes. Como consecuencia del surgimiento de los STM y en pro de fortalecer su posicionamiento se consideró necesario reestructurar y reducir de manera sistemática el STPC; entre las medidas adoptadas se encuentran la **chatarización y la eliminación de rutas**.

2.2.4 Los sistemas de transporte masivo - STM

El término transporte público masivo hace referencia a medios de transporte urbano, caracterizados generalmente por la utilización de vehículos con gran capacidad, alta velocidad de desplazamiento, facilidades de acceso, horarios, corredores y paradas establecidas. Entre estos medios se encuentran el BRT, el tranvía, el metro y los trenes suburbanos, cuya diferenciación radica en la tecnología que utilizan y en su grado de segregación con respecto al tráfico vehicular (Fouracre, Dunkerley y Gardner, 2003; Wright y Fjellstrom, 2002, citados por Navas, 2008).

a. El origen de los STM

El trolebús, el tranvía y el bus fueron los primeros modos de transporte colectivo de personas; posteriormente, el invento de la locomotora a vapor y su utilización para el transporte de personas da origen a los primeros sistemas de transporte terrestre masivo de pasajeros, los llamados Trenes Metropolitanos o Metros, en alusión a que los primeros sistemas con estas características se construyeron en grandes ciudades, también conocidas como Metrópolis; siendo el Metro de Londres, más conocido como Underground, el primero en entrar en operación en el año de 1863 (Abengoza, 2012).

Durante más de un siglo el Metro fue considerado el sistema de transporte masivo por excelencia; sin embargo, desde comienzos de los años 70, en la ciudad de Curitiba en Brasil (Rodríguez y Vergel, 2013), comienza la exploración de una nueva alternativa de transporte masivo, el MBRT. No obstante, fue hasta comienzos del siglo XXI cuando se empezó a masificar la construcción y puesta en operación de los MBRT, fenómeno impulsado por los buenos resultados operativos mostrados por el Sistema TRANSMILENIO de la ciudad de Bogotá en el año 2001 (Rodríguez y Vergel, 2013; CEPAL, 2008), apenas un año después de haber sido inaugurado.

La ciudad de Bogotá fue la primera metrópoli en implementar este modelo de transporte para dar solución a sus problemas de movilidad, posteriormente otras grandes ciudades adoptaron esta solución, unas como complemento a su sistema Metro y otras como eje central de su sistema de transporte masivo, esta última alternativa ha sido adoptada principalmente por países en vía de desarrollo.

b. Características de los STM

Los STM se deben caracterizar por atributos tales como su economía, confiabilidad, puntualidad, seguridad, rapidez, la información, su capacidad para mover grandes cantidades de personas, su poca o nula emisión de gases contaminantes o material particulado a la atmosfera y su sostenibilidad a largo plazo.

Los STM se clasifican de acuerdo con su capacidad, vehículos guiados o no guiados y la exclusividad de las vías que utilizan.

Capacidad: la capacidad de los STM se suele medir por la cantidad de pasajeros que el sistema puede mover durante una hora en un sentido de circulación (pasajeros / hora x sentido). Aunque no existe un consenso sobre el número de pasajeros, se considera que los STM de baja capacidad pueden transportar hasta 15.000 pasajeros / hora x sentido, los de mediana capacidad hasta 40.000 pasajeros x hora / sentido y los de alta capacidad pueden transportar más de 40.000 pasajeros x hora x sentido.

Con respecto a este criterio, Hidalgo (2005) considera que es necesario reevaluar el criterio que indica que para demandas superiores a 15,000 pasajeros por hora se debe optar por un sistema ferroviario (Vuchic, 2002, citado Hidalgo, 2005). En su concepto, dicho criterio ha sido completamente reevaluado luego de la entrada en operación del Transmilenio, e indica que la conveniencia de un sistema ferroviario solo debe ser considerada para una demanda superior a los 40,000 pasajeros por hora por sentido.

Vehículos guiados y no guiados: de acuerdo con la posibilidad o no que tienen los vehículos de abandonar la vía sobre la cual se desplazan, los STM pueden ser guiados y no guiados. En general, los vehículos para transporte masivo de pasajeros suelen ser guiados, el Metro, el Tren ligero o Tranvía, el Trolebús. Los MBRT hacen parte de los STM no guiados. Estos últimos presentan mayor flexibilidad y posibilidad de expansión pues pueden utilizar parte de la infraestructura vial existente.

Exclusividad de las vías: de acuerdo con la exclusividad de las vías sobre las que se desplazan sus vehículos, los STM pueden ser **segregados y parcialmente segregados**; las vías pueden ser subterráneas, a nivel o elevadas. Los STM segregados (generalmente los Metros) cuentan con vías exclusivas para su circulación. Los STM parcialmente segregados generalmente tienen carriles exclusivos (segregación longitudinal) pero comparten los cruces de vía con el resto del tráfico (Tranvías y MBRT).

2.2.5 Los STM basados en buses de tránsito rápido - MBRT

Pardo (2009) indica que “Los sistemas MBRT consisten en un corredor exclusivo para buses, complementado por una reorganización del esquema contractual y de la prestación del servicio, así como una adecuación de características de sistemas férreos a un sistema basado en buses (por ej. El pago de pasaje en estaciones, programación de los servicios mediante un centro de control, estaciones como componente central del sistema, entre otras características)”. A partir del sistema

construido en Bogotá (TransMilenio), se ha visto un “boom” por los MBRT en América Latina y el mundo. Esta es una opción muy eficiente y que mejora los sistemas de transporte público en países en desarrollo con base en parámetros de capacidad, costo, tiempo de construcción y otras variables (CEPAL, 2008). Los buses que hacen parte de estos sistemas se caracterizan por su alta capacidad, utilización de combustibles “limpios” y realización de sus recorridos por vías exclusivas (que pueden ser total o parcialmente segregadas), con estaciones fijas y accesibles. El pago de las tarifas en estos sistemas se hace de forma electrónica y cuentan con herramientas tecnológicas que permiten monitorear el funcionamiento del sistema garantizando la calidad en la prestación del servicio (Amundsen, 2001; Fouracre, Dunkerley y Gardner, 2003; Kain, 1999; Senna, 2003; Ward et al., 2006; Zimmerman y Levinson, 2006; citados por Navas, 2008).

Sistema Metro vs sistema MBRT

Es claro que el objeto de este trabajo de grado no contempla discutir sobre la conveniencia de uno u otro sistema, pues se parte de la premisa que la política definida por el gobierno nacional privilegia los sistemas tipo MBRT; sin embargo, es conveniente abordar este tópico por el interés que despierta y los debates que genera entre los profesionales del transporte público, las autoridades locales y los académicos; quienes esgrimen argumentos tanto técnicos como ideológicos para defender una u otra opción. Entre los argumentos expuestos se cuentan la capacidad de los sistemas, (pasajeros/hora/sentido), eficiencia del sistema, sostenibilidad a largo plazo, tiempo de construcción, costos de desarrollo, necesidad de subsidio para operación, trabajo local o extranjero en el desarrollo y operación del sistema, e integración de operadores existentes al nuevo sistema. (CEPAL, 2008; hidalgo, 2005).

Los STM con mayor posibilidad de satisfacer las expectativas de los usuarios de estos sistemas, entre otras: puntualidad, seguridad, rapidez, economía y que sean “amigables” con el medio o ambiente (atributos); son aquellos que dispongan de vehículos de alta capacidad y que sean impulsados por sistemas de tracción eléctrica, que se desplacen sobre vías exclusivas (segregados) y que dispongan de instrumentos de control y seguimiento de ruta. Sin duda, los sistemas tipo Metro son los más indicados para satisfacer estas expectativas.

Aunque los MBRT emulen algunas de las características operacionales de los sistemas tipo Metro, es claro que, por tratarse de sistemas no segregados no pueden ofrecer los mismos atributos de puntualidad, seguridad y rapidez que los sistemas tipo Metro, toda vez que deben compartir la vía

y condiciones de tráfico (vehículos particulares, transporte colectivo, taxis, motos, peatones, entre otros). Adicionalmente, dado que en su mayoría, los BRT operan con combustible diésel, estos vehículos también son emisores de gases generadores del denominado “efecto invernadero”. Finalmente, su capacidad para mover grandes cantidades de personas es bastante inferior a la que ofrecen los sistemas tipo Metro, condición que los hace inapropiados para ser el eje articulador del transporte masivo en las Metrópolis, aunque sí como complemento de ellos.

No obstante, los MBRT presentan algunas ventajas con respecto a los sistemas tipo Metro. Los MBRT requieren una menor inversión inicial y presentan mayor flexibilidad para su expansión, ya que pueden hacer uso de la infraestructura existente (Mohan, 2005), lo que además redundaría en menores tiempos de construcción y entrada en funcionamiento favoreciendo una pronta recuperación de la inversión. Son estas características, y nos las esperadas por los usuarios, las que han animado a las APP a apostar por los MBRT. Esta apuesta ha generado una nueva dinámica en la industria del transporte global, apuesta en la que los aspectos financieros, inherentes a la economía del transporte, tienen preponderancia sobre las expectativas de los usuarios. Como consecuencia, los STM construidos en el país, todos ellos basados en MBRT, excepto el Metro de Medellín, presentan serias limitaciones para ofrecer los atributos anteriormente mencionados, lo que conlleva a una baja aceptación y que no se logren los objetivos de demanda esperados.

2.2.6 Los sistemas de transporte masivo en Latinoamérica

Los primeros intentos en Latinoamérica por mejorar las condiciones de movilidad en las grandes ciudades se orientaron a la construcción de sistemas férreos para el transporte masivo de pasajeros, emulando el modelo seguido en las grandes metrópolis de Europa y los Estados Unidos; como resultado, en la actualidad más de veinte ciudades de Latinoamérica que tienen sistema Metro en operación o en construcción. Ahora bien, desde comienzos del siglo XXI ha habido un creciente desarrollo de soluciones de SITM basadas en BTR, a raíz de los reconocidos resultados operacionales logrados por el Transmilenio.

A pesar de los esfuerzos realizados en materia de infraestructura, los STM en las ciudades latinoamericanas enfrentan problemas de contaminación ambiental, auditiva y visual; servicio de baja calidad; altos costo de mantenimiento; alto precio del pasaje; baja cobertura; baja capacidad disponible, lo que los hace ineficientes; de hecho, “El 47,6% de los sistemas de transporte masivo latinoamericanos se han convertido en sistemas obsoletos, a consecuencia de la baja transferencia

en el recambio tecnológico, limitantes de infraestructura de las ciudades, creciente cantidad de usuarios, parque automotor deficiente y limitado” (Moscoso, 2011). Esta condición obedece a aspectos institucionales que incentivan el uso del transporte particular, en detrimento del transporte público.

2.2.7 De los STM a los SITM

Sin duda, la puesta en funcionamiento de los denominados STM ha representado una mejora sustancial en la calidad del servicio de transporte en las ciudades que cuentan con este servicio. Sin embargo, en la mayoría de los casos, dicha mejora sólo se evidencia en los corredores sobre los que fluyen estos sistemas, es decir, en su zona de influencia directa, pero el resto de la ciudad continua siendo cubierto por el transporte colectivo o tradicional (Pardo, 2009). Esta deficiencia se ha hecho significativa en la medida en que las ciudades han crecido, generando nuevos polos de desarrollo sin una debida cobertura de los sistemas de transporte, lo cual ha sido subsanado con una mayor motorización y, como consecuencia, mayores dificultades para la movilidad. Adicionalmente, esta deficiencia conlleva a un mayor tiempo y dinero para realizar los viajes, privando a las personas de bajos ingresos del acceso a los distintos espacios de la ciudad, provocando **segregación espacial** (Rodríguez, 2003; Ferreira, 2003; citados por Navas, 2008). Esta condición conllevó a que surgiera la necesidad de articular o integrar los prestadores del servicio de transporte, dando origen a los SITM.

2.2.8 Los sistemas integrados de transporte masivo - SITM

Desde una visión holística, Santos y Behrendt (2010) consideran que en un SITM interactúan cuatro componentes fundamentales: **los modos de transporte, los objetivos gubernamentales, los grupos sociales y las instituciones**. Los modos de transporte (el componente más conocido), que incluye las instalaciones para integración física, las medidas no físicas para integración y las facilidades para acceso y parqueo; los objetivos gubernamentales (que dan origen a política), que incluye los factores económicos, ambientales y sociales; los grupos sociales (comunidades afectadas), que incluye los incentivos a grupos con menos ingresos y la inclusión de personas con limitaciones físicas; y las instituciones (que materializan la política), que incluye la integración horizontal entre entidades regionales y vertical entre entidades regionales y nacionales.

Desde lo funcional (modos de transporte), el concepto básico SITM se entiende como la prestación el servicio de transporte de pasajeros, de manera coordinada, entre el operador del STM y los operadores de las rutas alimentadoras con las que comparte su zona de influencia, todos ellos regulados por una autoridad competente (ente gestor). Como parte de la integración, estos agentes comparten su infraestructura, aspectos operativos y tarifarios. Para el caso de los MBRT, el agente operador(es) del STM es el encargado de **proveer, conducir y mantener** los buses de gran capacidad (BRT) que se movilizan sobre las **rutas principales** (Troncales); los buses de menor capacidad son suministrados, conducidos y mantenidos por el agente operador(es) de las **rutas alimentadoras**, es decir, las rutas encargadas de llevar los pasajeros desde su sitio de origen hasta las estaciones o paradas del STM y viceversa. Ahora bien, un SITM con una concepción más amplia también incluye a los agentes del STPC, buscando así una integración a nivel de ciudad o región, con el propósito de favorecer a todas las comunidades, mediante la eliminación de la segregación espacial citada por Navas (2008).

La presencia del STPC o transporte tradicional en la misma zona de influencia del SITM representa una competencia que dificulta el logro de los objetivos propuestos en la política de transporta público masivo en lo referente a la reducción de la congestión, la contaminación y la accidentalidad (externalidades negativas) y que afectan negativamente las expectativas de demanda, crecimiento y posicionamiento de los SITM. Para superar esta condición las autoridades locales han recurrido a acciones para reducir de manera sistemática el STPC, mediante acciones como son la chatarrización, el reordenamiento y eliminación de rutas. Según FEDESARROLLO (2013), para el caso colombiano, la chatarrización no ha sido suficiente para eliminar la competencia, con el agravante que algunos operadores maximizan sus beneficios participando tanto sistemas en los SITM como en el STPC.

a. Tipos de integración

Los procesos de integración de los STM centran sus esfuerzos en tres aspectos: **la integración física, la integración operacional y la integración tarifaria** (Hidalgo, 2008; Navas, 2008). La integración física se enfoca en las características que deben ofrecer las estaciones de transferencia, es decir, aquellas estaciones donde confluyen los agentes operadores y alimentadores. Algunas de las características son el dimensionamiento, el equipamiento, la información, las facilidades de acceso, la disponibilidad para el estacionamiento de medios no tecnológicos, como por ejemplo, las bicicletas; todo ello con el fin de que los usuarios o pasajeros puedan hacer su transferencia de un medio a otro de forma ágil, eficiente y segura. La integración operacional busca garantizar

unicidad de criterios sobre la calidad del servicio, al igual que la planificación y que la prestación del servicio entre los diferentes operadores se haga de manera sincronizada; para lo cual se recurre a las herramientas tecnológicas disponibles para la **gestión de flotas**, donde las TIC juegan un papel fundamental. En la integración tarifaria se orienta la unificación de las tarifas y los medios de recaudo, propendiendo por la implementación de medios electrónicos para el recaudo, eliminando así la necesidad de manejar dinero en efectivo por parte de los conductores, lo que redundará en un servicio más ágil y seguro.

Las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) se erigen como un elemento transversal que posibilita la integración de los diferentes componentes del SITM, mediante la consolidación, procesamiento y gestión de la información que estos generan.

b. Estructura funcional y tecnológica de los SITM en Colombia

Desde el punto de vista tecnológico, un SITM está conformado con cuatro componentes o agentes: **infraestructura, sistema de recaudo, operación y sistema de control**, todos ellos coordinados por un ente gestor, lo cual está inspirado en la estructura implementada para la operación del servicio de Transmilenio. El componente “Infraestructura” es el responsable de la construcción y mantenimiento de las vías y estaciones. Por su parte, el componente “Sistema de recaudo” es el responsable del suministro y mantenimiento de los equipos que conforman la plataforma tecnológica y las tarjetas inteligentes, de la venta de pasajes, de validar los medios de pago (control de acceso y salida), del procesamiento de la información, de la custodia y consignación del dinero recaudado de las ventas. De otro lado, el componente “Operación” es el responsable de suministrar y operar los buses troncales y alimentadores, lo cual es realizado por empresas privadas. Finalmente, el componente “Sistema de control” es el responsable de supervisar la operación de los buses del Sistema (www.transmilenio.gov.co/es, fecha de consulta: 14 de enero de 2014).

c. Estructura tarifaria de los SITM en Colombia

La estructura tarifaria parte del concepto de la **ausencia de subsidios** gubernamentales, por lo que los ingresos (principalmente provenientes de la venta de tiquetes) deben ser iguales o superiores a los egresos, a fin de garantizar un punto de equilibrio y la sostenibilidad del sistema; surgen entonces tres conceptos: **la tarifa técnica, la tarifa al usuario y fondo de contingencias**.

La tarifa al usuario, es definida por las administraciones locales, definición en la que suelen primar los aspectos coyunturales sobre los técnicos. La tarifa técnica, que debe garantizar la remuneración

a todos los agentes que hacen parte del SITM y que debe ser inferior que la tarifa al usuario; lo que exige actuar con eficiencia, tanto en la estructuración como en la prestación del servicio. La distribución porcentual de la tarifa técnica se hace mediante un proceso de negociación de ente gestor con los demás agentes. Así, por ejemplo, a los operadores de las troncales se les puede remunerar por kilómetro recorrido, a los operadores de los alimentadores por usuario movido, al agente de recaudo por tiquete vendido o el nivel de servicio (FEDESARROLO 2013).

Desde su concepción, se parte del hecho que de los SITM son autosostenibles y que incluso pueden llegar a general utilidades; sin embargo, ante la posibilidad de eventualidades que puedan poner en riesgo la estabilidad y viabilidad del sistema, entre ellas, eventualidades relacionadas con la estructura de la tarifa al usuario, se crea un fondo que permita cubrir estas contingencias; este fondo se conforma e incrementa en el tiempo de manera permanente con la diferencia positiva existente entre la tarifa al usuario y la tarifa técnica (CGR, 2010).

2.2.9 Los Sistemas Integrados de transporte y la Movilidad Sostenible

Los lineamientos actuales para el transporte masivo de pasajeros se enmarcan en dos conceptos básicos, **la integración y sostenibilidad**; lo que también se ha denominado como **movilidad sostenible**. La Asociación Internacional para el Transporte Público (UITP, International Association of Public Transport) define un sistema de transporte urbano sostenible como aquel que permite satisfacer las necesidades básicas de acceso a los bienes, al trabajo, a la educación, al ocio y a la información de forma segura para la salud pública y la integridad del medio ambiente, a través de la equidad entre generaciones y dentro de la misma generación; es asequible, opera de manera eficiente, ofrece diferentes modos de transporte para una intermodalidad sin interrupciones y contribuye a una economía dinámica; limita las emisiones y desechos dentro de la capacidad del planeta para absorberlos; y finalmente minimiza el consumo de recursos no renovables, reutiliza y recicla sus componentes, minimiza el uso del territorio y la producción del ruido. Un sistema de transporte público urbano es sustentable económica y socialmente cuando la relación entre costos e ingresos de su operación garantiza la permanencia operacional del sistema y al mismo tiempo facilita la movilidad de todos los ciudadanos y especialmente aquellos de sectores de menores ingresos (Colmenares, 2007).

2.2.10 Los sistemas inteligentes de transporte - ITS

Los sistemas inteligentes de transporte (intelligent transport systems, ITS) tienen su origen en la evolución de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), las que permiten realizar una gestión más eficiente de los servicios de transporte en los grandes centros urbanos, en los que pueden confluir varios sistemas de transporte: metro, trenes interurbanos, tranvías, los autobuses, entre otros (Giannopoulos, 2004).

Los avances en las TIC han conllevado a que los ITS se conviertan en una tendencia global, de particular interés de profesionales de las industrias del transporte y automotriz, así como de los formuladores y gestores de políticas para el ordenamiento y la movilidad urbana a nivel mundial. Los ITS se fundamentan en la recopilación, compilación, procesamiento y distribución de información relacionada con el movimiento de personas y bienes. Dmitry (2007) indica que los ITS incluyen la integración de funcionalidades como los sistemas de gestión del tráfico, de gestión del transporte público, de alerta y movilización de los servicios de emergencia, de información al usuario en tiempo real, de seguimiento y control avanzado de los vehículos, de pago electrónico de tiquetes y peajes, de manejo remoto de los cruces de vía para sistemas de transporte no segregado (ver **Gráfico 12**).

Países como china, Japón y Estados Unidos están dedicando importantes recursos para la investigación y el establecimiento de sistemas inteligentes de transporte (ITS) con el fin de implementar soluciones efectivas para una gestión integral, precisa, eficaz y en tiempo real del servicio de transporte, soluciones apalancadas en los avances en las TIC, la automatización y control, la sensorica, en el desarrollo de algoritmos para el procesamiento, gestión y toma de decisiones a partir de altos volúmenes de información (Zeng, 2010).

Algunos casos de éxito se encuentran en Beijing, Guangzhou y Hong Kong, con soluciones que incluyen las implementaciones compuestas por sistemas de control inteligente de las señales de tráfico regional, sistema integral de detección de tráfico, sistema de orientación para la información sobre el transporte, el sistema de información para la aplicación del tráfico digital, sistema de carga eléctrica, sistema de comunicaciones, sistema de visualización de información y sistema de monitoreo de los vehículos clave, gestión de la demanda de tráfico, guía de ruta, notificación de emergencia, entre otros (Zeng, 2010).

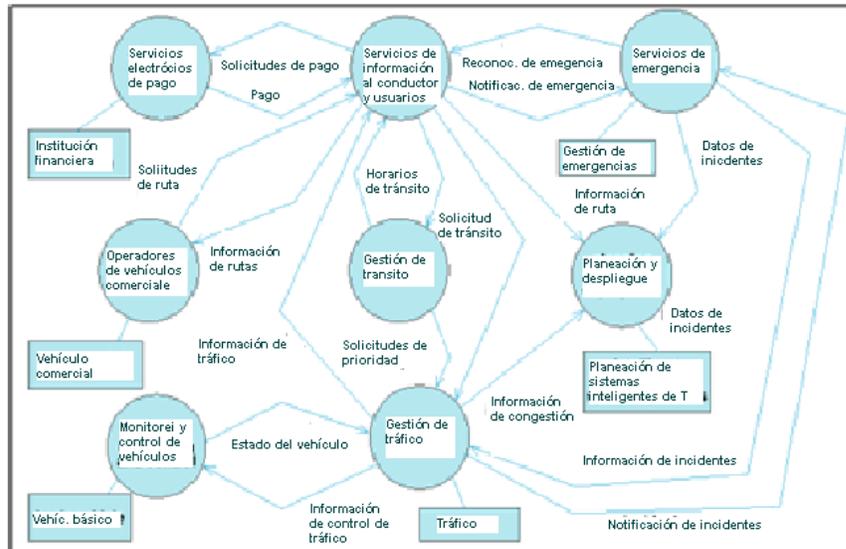


Gráfico 12. Componentes de un ITS. Fuente: adaptado de <http://www.accessscience.com/overflow.asp>. Consultado el 15 de septiembre de 2013.

2.2.11 El futuro de los sistemas de transporte masivo

La **prospectiva** se define como “el estudio sistemático para explorar el futuro de la ciencia, la tecnología y la sociedad, con el objetivo de identificar aquellas tecnologías genéricas emergentes y la aérea de investigación estratégicas necesarias para su desarrollo, que tengan mayor probabilidad de generar beneficios económicos y sociales” (ICONTEC, 2008).

Los estudios de prospectiva son claves en la definición de la estrategia corporativa, así como de la ET, toda vez que permiten vislumbrar el desempeño que se tendrá en el largo plazo (Estrada y Sabando, 2001).

Actualmente existen dos vertientes de prospectiva. Una vertiente de origen francés, también conocida como **Foresight**, fundada por los filósofos Gastón Berger y Bertrand de Jouvenel a finales de 50', que se basa en la identificación de futuros posibles o “futuribles” (escenarios posibles) para escoger el más conveniente y fabricarlo desde el presente; es decir, el futuro deseado ocurrirá en la medida en que lo preparemos por medio de acciones encaminadas a su consecución; de allí el eslogan que afirma que “el futuro no se predice sino se construye”, acuñado a Maurice Blondel (Mojica, 2008). La otra vertiente, de origen americano, también conocida como **Forecasting** (pronóstico), que parte del concepto fundamental de que las cosas van a suceder en un futuro más o menos en la misma forma en que sucedieron en el pasado (Roper et al, 2011); para

ello se vale de herramientas o métodos tales como la extrapolación matemática, los modelos econométricos, entre otros buscan predecir cuantitativamente condiciones futuras, basados principalmente en registros históricos.

En un estudio de prospectiva, con horizonte de largo plazo (2030 a 2050), realizado por un equipo interdisciplinario de expertos con el objeto de imaginar futuros posibles y evaluar sus efectos sobre el sistema de transporte en los Estados Unidos, concluyó que las ITS jugarán un papel determinante en el futuro e instó a que su evolución trascienda su desempeño actual, orientado a la gestión, hacia una acción más integral, que conduzca a mejorar aún más la conectividad y la seguridad en el futuro (Shaheen, Camel, Lee, 2013).

Entre los escenarios identificados por el equipo de expertos, se estableció que las fuerzas sociales y ambientales (aumento de la frecuencia e intensidad de las tormentas como consecuencia del cambio climático) tendrán un fuerte impacto en los Estados Unidos. En ese escenario, los actos terroristas y los desastres naturales adquieren dimensiones importantes, afectando todo tipo de actividades sociales y económicas, incluida, obviamente, la actividad del transporte. En ese contexto, los desarrollos de los ITS deberán encaminarse para dar respuesta a los problemas identificados en el estudio. Así, por ejemplo, si los Estados Unidos importan la mayoría de sus bienes, los ITS tendrán que jugar un papel más activo en la detección de riesgos con el objeto de mejorar la seguridad de la carga. Adicionalmente, como consecuencia de las limitaciones de recursos, el transporte público podrá ser utilizado en mayor medida, aumentando la necesidad de soluciones ITS orientadas al tránsito de vehículos, así como a la mejora en la eficiencia de las operaciones de evacuación y rescate. Esto requerirá de mecanismos innovadores de financiación para aumentar la sensorica y mejorar la resolución de los datos de transporte. Dichos mecanismos incluyen las asociaciones público privadas y la privatización de carreteras, lo cual podría favorecer el uso de modos de transporte alternativos, incluyendo el transporte público y los servicios de uso compartido de vehículos, lo que podría aliviar la congestión y reducir las emisiones de gases contaminantes (Shaheen et al, 2013).

3. Capítulo 3 - Modelo de gestión tecnológica en sistemas de transporte masivo

3.1 Metodología

La metodología a seguir parte de plantear y contextualizar el modelo conceptual propuesto para la gestión tecnológica en los sistemas de transporte masivo de pasajeros en Colombia; este modelo reconoce los diferentes agentes que hacen parte de los SITM, pero centra su interés en la entidad que los articula, es decir, el ente gestor. Posteriormente se sustenta cada uno de los componentes y procesos que hacen parte del modelo planteado desde una visión holística, para luego trasladarse al contexto propio de los sistemas de transporte masivo de pasajeros a partir de tres componentes principales y dos componentes transversales. Los componentes principales son la estrategia tecnológica, el enriquecimiento del patrimonio tecnológico y el aprovechamiento de los recursos tecnológicos; los transversales son la protección del patrimonio tecnológico y el ciclo de la calidad.

En el enriquecimiento del patrimonio tecnológico, se describen los dos mecanismos que lo posibilitan: el desarrollo y la adquisición de tecnología. Dado que en país las tecnologías que hacen parte de los SITM suelen adquirirse mediante procesos de importación, se dará especial énfasis a los procesos de negociación y transferencia de tecnología.

3.2 Alcance del modelo

Los SITM son complejos sistemas, intensivos en tecnología, en su mayoría producida fuera del país y adquirida mediante procesos de negociación y transferencia tecnológica; negociación que generalmente conduce a contratos para el uso de las tecnologías transferidas, procesos que normalmente incluyen la capacitación del personal y asistencia técnica para la puesta en operación. Pero, los procesos de TT son un concepto mucho más amplio; partiendo de esta premisa, se plantea un modelo que tiene como alcance brindar los elementos que permitan el fortalecimiento de las capacidades requeridas para hacer una gestión tecnológica más eficiente al interior de los SITM del país. Para ello, el modelo incluye los diferentes procesos que hacen parte de la gestión tecnológica,

pero presta mayor atención a los procesos de negociación y transferencia necesarios para disponer e integrar la infraestructura, procesos y procedimientos requeridos para la estructuración y prestación del servicio de transporte; en lo cual participan varios agentes, pero se le da prelación al actuar de los entes gestores, por ser los articuladores de estos sistemas y a los operadores porque finalmente son quienes transportan a los pasajeros desde su origen hasta su destino.

3.3 Justificación del modelo

El modelo planteado surge como una alternativa de solución a uno de los problemas detectados en los STM del país, que es la falta de capacidades de gestión; deficiencia que ligada a otros factores los ha convertido en sistemas ineficientes; lo que ha generado un círculo vicioso de iliquidez, mala calidad del servicio prestado y baja demanda, poniendo en riesgo la sostenibilidad de algunos SITM. El modelo planteado propone actuar sobre una de las variables que inciden en ese comportamiento, la falta de capacidades para la gestión tecnológica de estos sistemas.

Ahora bien, debido a que en el país no se produce la mayor parte de las tecnologías requeridas para la prestación del servicio de transporte masivo, las empresas que componen los SITM (agentes) optan por adquirirlas mediante procesos internacionales de negociación y transferencia de tecnología, procesos que deben hacerse de manera eficiente y efectiva; para lo cual se requiere contar con las debidas capacidades.

La gestión tecnológica incluye entre sus funciones la identificación de las capacidades tecnológicas requeridas por la empresa (en este caso los agentes que conforman los SITM), su desarrollo y fortalecimiento para el enriquecimiento de su patrimonio tecnológico, lo que debe conducir a un desempeño más eficiente de los SITM.

3.4 Planteamiento del modelo

Como se ha indicado, la prestación del SPTM involucra los siguientes integrantes: ente gestor, agente operador(es), agente de recaudo y agente de control del tráfico; siendo el ente gestor el integrador de los todos ellos, por lo que desempeña un papel fundamental. De allí que, el modelo propuesto parte de reconocer dos actores principales: **el ente gestor y los agentes**; partiendo de esta premisa, se plantea un modelo de gestión tecnológica, vista desde el ente gestor, como se observa en el Gráfico 13. Este modelo parte de alinear los procesos del modelo de GT propuesto

por Hidalgo y Pavot con la estructura de gestión estratégica corporativa en sus tres niveles (estratégico, táctico y operacional) e integrándole las diferentes etapas del ciclo de la calidad, buscando adaptarlo a los lineamientos de la norma UNE EN 13816, que establece un marco de referencia para la definición de la calidad del SPTM.

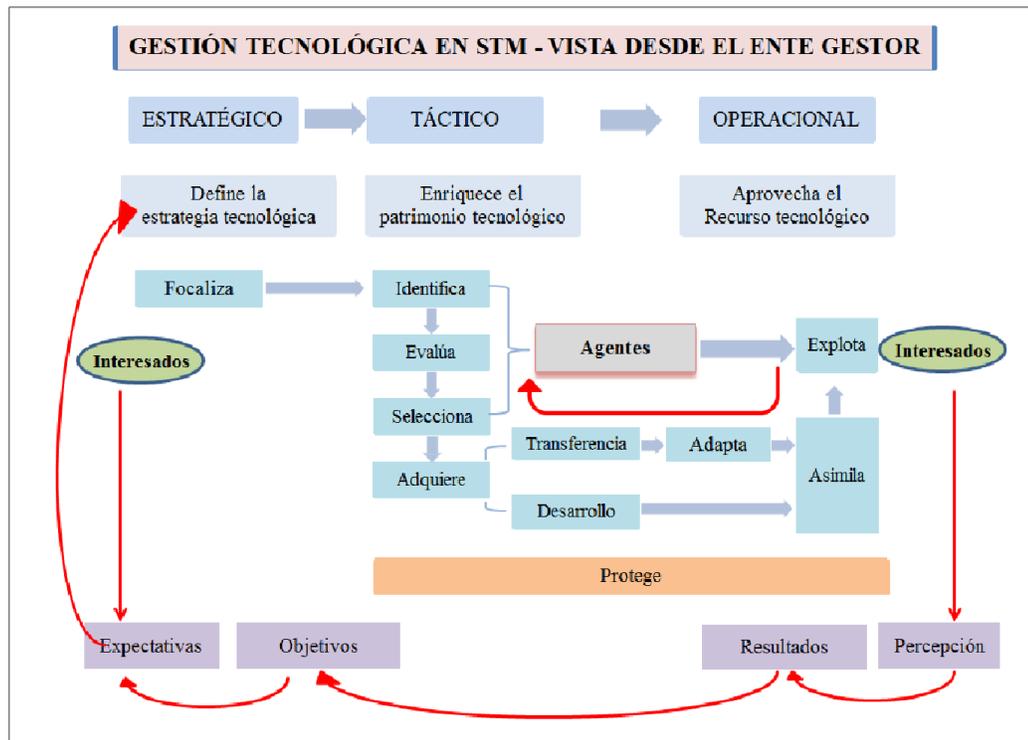


Gráfico 13. Modelo de gestión tecnológica, vista desde el Ente Gestor. Fuente: Elaboración propia

Este planteamiento es consistente con lo establecido en el Artículo 9 del Decreto 3109 de 1997, refrendado mediante el Decreto Único Reglamentario del Sector Transporte (Decreto 1079 de 2015), que en su artículo .2.2.1.2.1.2.4., aseguramiento de la calidad, establece que al iniciar el tercer año de operación la empresa de transporte masivo deberá demostrar y mantener el aseguramiento de calidad en la prestación del SPTM, mediante la presentación del respectivo certificado, de conformidad con la norma ISO 9001, expedido por los Organismos de Certificación de Sistemas de Gestión Acreditados.

3.5 Contextualización del modelo planteado

El modelo planteado se adapta a la estructura de gestión estratégica corporativa regularmente implementado por las medianas y grandes organizaciones, que consta de tres niveles: estratégico,

táctico y operacional. El nivel estratégico define la visión, misión y objetivos de la organización en materia de tecnología; el nivel táctico define el “qué se va a hacer”, mediante los planes de acción (de mediano y largo plazo) que le “darán vida” a la misión, visión y objetivos corporativos; finalmente, el nivel operacional se encarga de definir el “cómo y cuándo” ejecutar dichos planes y de su materialización. A continuación se presenta una breve descripción de cada uno de estos niveles, los cuales serán ampliamente discutidos en los siguientes apartados de este capítulo:

a. Nivel estratégico - Definición de la estrategia tecnológica (ET)

La ET es uno de los componentes de la planeación estratégica corporativa, esta planeación parte de unas condiciones de entrada, de la visión de largo plazo de la organización y de la definición de las acciones y la asignación de los recursos para lograrlo (Escorsa y Valls, 1998). Algunas de las entradas son el marco regulatorio, las condiciones internas y externas, las expectativas de las partes interesadas, en la que se destacan los clientes, en este caso los usuarios del SITM.

La esencia de la ET consiste en identificar las amenazas y oportunidades en torno a las tecnologías clave para la organización y, a partir de allí, focalizar los esfuerzos de la GT en mitigar esas amenazas y aprovechar esas oportunidades, lo cual se puede abordar desde dos enfoques, no necesariamente excluyentes: **la eficiencia y la diferenciación** (Porter, 1985). La eficiencia, mediante el óptimo uso de los recursos tecnológicos (Liderazgo por costos); la diferenciación, mediante la generación de conocimiento que conlleve al fortalecimiento de la capacidad innovadora de la organización. Ambos enfoques deben conducir al logro de los objetivos organizacionales y, por tanto, a satisfacer las expectativas de los clientes (producto o servicio esperado, en el contexto del ciclo de la calidad).

Por las características de los SITM de Colombia es necesario encaminar acciones en ambos sentidos, eficiencia en los procesos de adquisición y uso de las tecnologías transferidas y diferenciación en los métodos para prestar el servicio. Como ejemplo, El Metro de Medellín, desde sus comienzos ha adquirido su tecnología mediante procesos de transferencia, pero su estrategia diferenciadora está en la denominada “Cultura Metro”, que incorpora unas características en sus instalaciones y en la prestación del servicio que se traducen en confianza y seguridad, lo que conlleva a que los usuarios lo prefieran sobre otros medios de transporte.

Aquí surge una primera dificultad para los SITM, su modelo funcional que, además de estar conformado por varias empresas (agentes), da prelación a los aspectos financieros sobre los

aspectos técnicos. Desde esa perspectiva, los esfuerzos de la ET del ente gestor deben estar encaminados a consolidar unos lineamientos comunes en materia de tecnología con los otros agentes (tanto en eficiencia como en diferenciación).

b. Nivel táctico - Enriquecimiento del patrimonio tecnológico

El enriquecimiento del patrimonio tecnológico (recursos tecnológicos de la organización) es la fuente de crecimiento económico y diferenciación, como resultado de la innovación; **esta innovación no necesariamente debe ser el resultado de una gran investigación básica o de una nueva tecnología, sino del uso creativo de la tecnología existente** (Escorsa y Valls, 1998). La medición del crecimiento parte de identificar el escenario actual (inventario tecnológico), definir el escenario deseado, que debe enfocarse en convertir en objetivos las expectativas de los clientes (producto o servicio especificado, en el contexto del ciclo de la calidad); con estos objetivos se conforman los planes de acción de la GT, a fin de cerrar la brecha entre esos dos escenarios mencionados. Este enriquecimiento redundará en la incorporación de la tecnología requerida por la organización, lo cual se puede lograr mediante el **desarrollo interno** (para lo cual se debe contar con las capacidades tecnológicas requeridas) o mediante los procesos de **negociación y TT**; optar por uno u otro mecanismo, o una mezcla de ambos, debe ser uno de los lineamientos de la ET.

En los SITM las especificaciones de la calidad del servicio a ofrecer son la base para identificar las necesidades en materia de tecnología. Esta identificación es responsabilidad del ente gestor, que la gestiona internamente o traslada al agente que le corresponda. En ese sentido, los entes gestores deben contar con las capacidades para definir el qué se va a hacer en materia de tecnología aunque su ejecución corresponda a los otros agentes. De igual manera debe definir las estrategias de integración de las tecnologías transferidas a los diferentes agentes, lo cual incorpora criterios de eficiencia y celeridad, mediante una clara identificación de las interfaces que eviten recurrir a exhaustivas adaptaciones.

c. Nivel operativo - Aprovechamiento del patrimonio tecnológico

La tecnología adquirida e incorporada en los procesos productivos debe apalancar el logro de los objetivos corporativos, lo que se debe reflejar en los resultados operacionales (producto o servicio ofrecido, en el contexto del ciclo de la calidad).

Dado que el servicio de transporte masivo es el resultado de la integración de tecnologías aportadas por diferentes agentes, todos ellos de cara al usuario final (pasajero), el componente operacional

adquiere un valor fundamental a fin de que dicha integración sea “transparente” para el usuario. En ese sentido, los negociadores de tecnología (entes gestores y agentes) deben contar con las capacidades para identificar los requerimientos de asistencia técnicas y entrenamiento que faciliten la integración, adaptación y asimilación de las tecnologías transferidas, de manera que la prestación del servicio se realice de manera eficiente.

d. Componentes transversales del modelo

El modelo incluye dos procesos transversales, es decir, inmersos en los diferentes procesos que conforma cada nivel: la protección del patrimonio tecnológico y el ciclo de la calidad.

- **La protección del patrimonio tecnológico**, mediante las herramientas disponibles para la protección de la propiedad intelectual e industrial, le permite a la empresa ejercer el dominio sobre los productos y procedimientos que desarrolle y que considere pertinente proteger debido a su carácter innovador o estratégico.
- **El ciclo de la calidad** incluye la evaluación de la satisfacción de los interesados, tanto internos como externos. La evaluación del cliente externo implica comparar sus expectativas (producto o servicio esperado) con respecto a lo percibido durante la utilización del STM (percepción del producto o servicio recibido, en el contexto del ciclo de la calidad), para lo cual se dispone de herramientas como las **auditorías de calidad**. Los procesos internos deben permitir identificar de manera eficiente las desviaciones entre el servicio esperado y el percibido por el cliente; dependiendo de la etapa o proceso donde se identifique la causa de las desviaciones se procederá con las acciones correctivas, para lo cual es necesario establecer unos mecanismos de registro, realimentación, auditoría e indicadores de desempeño.

Nuevamente, dado que el STM es el resultado de la integración de tecnologías aportadas por varios agentes y que todos están de cara al usuario final (pasajero), la evaluación debe realizarse de manera integral, ya que para el cliente lo importante es el resultado final, independiente de la forma como internamente se estructure el servicio.

3.6 Definición de la estrategia tecnológica

La definición de la ET debe ser consistente con el direccionamiento estratégico, el marco regulatorio o institucional, las condiciones internas y externas y las expectativas de las partes interesadas, en la que se destacan los clientes.

3.6.1 Direccionamiento estratégico

El direccionamiento estratégico define los lineamientos sobre los que se debe desarrollar la estrategia tecnológica corporativa, esto es, delimitar las tecnologías en las cuales se deben **focalizar los esfuerzos de la GT y disponer los recursos necesarios**.

El modelo de la cadena de valor (ver **Gráfico 14**) puede ser empleado como una herramienta para la formulación de la estrategia corporativa (Porter 1985, citado por Estrada y Vicente, 2001), para ello es indispensable conocer de forma detallada el contenido tecnológico de la cadena de valor de la organización, lo cual implica adelantar las siguientes acciones, en las cuales las funciones de vigilancia tecnológica son de suma importancia:

- Identificar todas las tecnologías clave de cada agente.
 - Identificar tecnologías potencialmente relevantes en otras industrias o en desarrollo científico.
- En la industria del transporte los principales esfuerzos se orientan a los denominados sistemas inteligentes de transporte, al desarrollo de nuevos materiales que incrementen la eficiencia energética y al desarrollo de fuentes de energía alternas, que lleven a prescindir de los combustibles fósiles.
- Determinar la trayectoria aproximada de las tecnologías claves, principalmente en lo relacionado con el uso de energías alternativas y el desarrollo de nuevos materiales.
 - Determinar qué tecnología y potenciales cambios tecnológicos son más sustantivos para la ventaja competitiva. En los MBRT parcialmente segregados, como los que hay en el país, que presentan limitaciones para el cumplimiento de horarios y de seguridad operativa, los desarrollos tecnológicos en ese sentido apalancarán las otras ventajas que han dado cabida a los MBRT.
 - Seleccionar una estrategia tecnológica que integre las tecnologías clave y así reforzar la posición competitiva de los agentes y, por lo tanto, de los SITM.



Gráfico 14. Cadena de valor genérica. Fuente: <http://www.webyempresas.com/la-cadena-de-valor-de-michael-porter/>

3.6.2 Marco regulatorio o institucional

La PNTU establece un marco regulatorio para la formulación de los proyectos relacionados con los SITM, desde su concepción hasta su entrega para explotación al ente gestor. Este marco regulatorio incluye a entidades del orden nacional, departamental y municipal, las dos últimas conocidas como entes territoriales. El amplio número de entidades y la asimetría de intereses de quienes la representan, que generalmente depende de la coyuntura política, económica y social, hacen bastante compleja su articulación en pro de la eficiencia que requieren los proyectos para la implementación de STM (Hurtado et al., 2011). Este marco regulatorio se complementa con las entidades financieras, generalmente del orden internacional, que condicionan los empréstitos al cumplimiento de ciertos requisitos. Las funciones de cada uno de estas instituciones se relacionan a continuación y se complementa con el **Gráfico 15**, esquema institucional de los SITM:

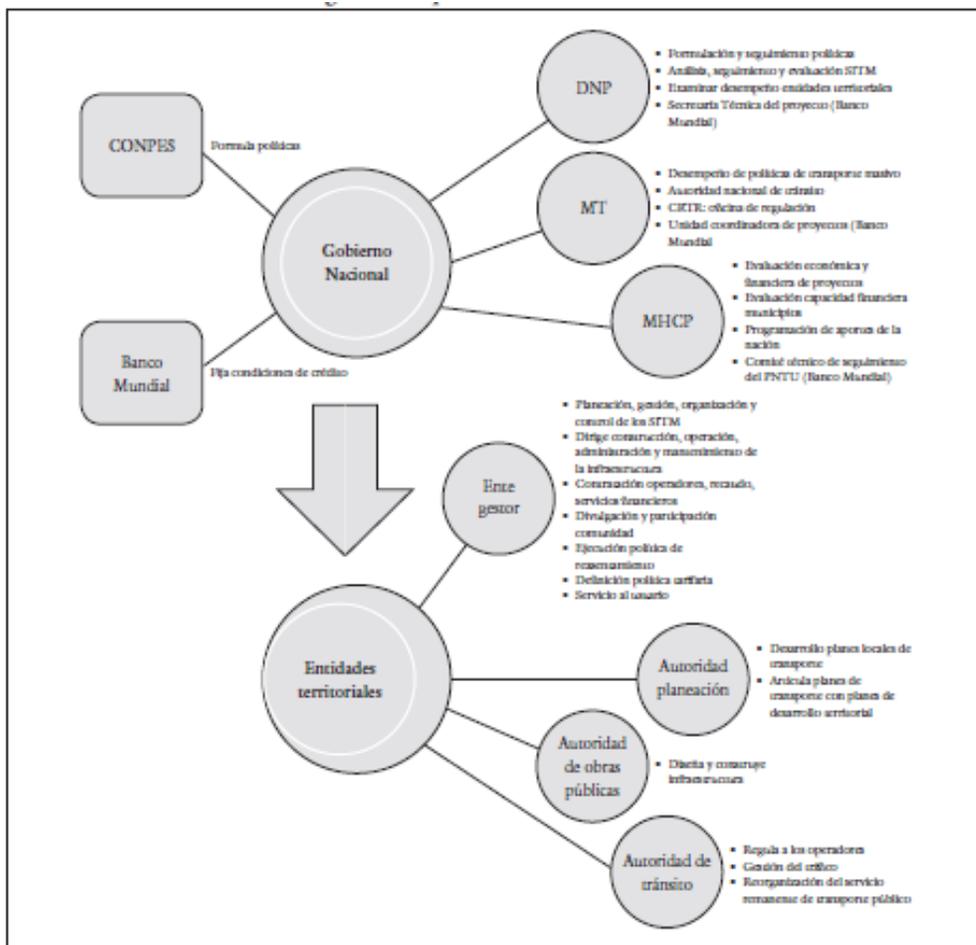


Gráfico 15. Esquema institucional de los SITM. Fuente: Hurtado et al., 2011.

a. Instituciones de orden nacional

- **CONPES:** formula la política a escala nacional.
- **Ministerio de Hacienda:** evalúa económica y financieramente los proyectos; evalúa la capacidad financiera de los municipios; programa los aportes de la nación y alberga al Comité Técnico de seguimiento del Plan nacional de transporte urbano. Por sus funciones, este comité técnico debe contar con suficientes capacidades para la identificación, selección y valoración de tecnologías propias de la industria del transporte masivo, de lo contrario se corre el riesgo de replicar las soluciones anteriormente implementadas en los nuevos proyectos, desconociendo las particularidades de cada región y los cambios tecnológicos.
- **Dirección Nacional de Planeación:** formula y vigila las políticas de transporte masivo; analiza, vigila y evalúa el desempeño de los SITM; examina el desempeño de las entidades territoriales y alberga a la Secretaría Técnica del Proyecto.
- **Ministerio de transporte:** autoridad nacional de tránsito que también se encarga del desarrollo de las políticas de transporte masivo; alberga la Comisión de Regulación de Transporte (CRTR) y la Unidad Coordinadora de Proyectos (Hurtado et al., 2011).

b. Del orden territorial

- **Ente gestor:** organiza y controla el SITM; dirige la construcción, operación, administración y mantenimiento de la infraestructura y los sistemas de control; contrata a las empresas operadoras, de recaudo y de servicios financieros; divulga y socializa los proyectos y participa a las comunidades, ejecuta las políticas de reasentamiento y de la definición de la política tarifaria y del servicio al usuario. Este agente participa en todo el ciclo de vida del proyecto, por lo que debe contar con la posibilidad de adaptar o integrar las capacidades tecnológicas requeridas para cada etapa del ciclo de vida del STM.
- **Autoridad de planeación:** desarrolla los planes locales de transporte y articula planes nacionales de transporte con los planes de desarrollo territorial. Estos planes pueden conllevar a la necesidad de ampliación de los SITM, mediante la construcción de nuevas líneas, por lo que es indispensable su interacción con el ente gestor.
- **Autoridad de tránsito:** regula a los operadores, gestiona el tráfico y reorganiza el espacio público. La incorporación de nuevas tecnologías para la regulación del tráfico incide en el actuar de los SITM, principalmente aquellas que dan prelación a los STM sobre el resto del tránsito. De allí que los procesos de transferencia de tecnología que lleven a cabo las autoridades de tránsito deben estar articulados con los STM, a fin favorecer su desempeño.

- **Autoridad de obras públicas:** diseña y construye la infraestructura física (vías, estaciones, paradas, talleres, obras de urbanismos complementarias). El diseño y construcción de la infraestructura física debe ser consistente con las otras tecnologías que harán parte del sistema (tipos de buses, sistemas de recaudo y acceso, entre otros), para que la integración y adaptación de los diferentes componentes se realice de manera eficiente, evitando la necesidad de reprocesos.

c. De orden internacional

Entidades financieras o banca multilateral de crédito: disponen los recursos económicos para el desarrollo de los proyectos y vigilan el desarrollo de los proyectos, desde su estructuración hasta la entrada en operación, para lo cual se apoyan en entidades como la Secretaría Técnica del Proyecto y la Comisión de Regulación de Transporte.

3.6.3 Condiciones internas y externas del ente gestor

Las condiciones internas incluyen aspectos como la capacidad económica, el capital intelectual propio, la capacidad de la infraestructura existente, el dominio del producto o servicio que presta y sus proveedores, entre otros. Las condiciones externas incluyen aspectos como la capacidad financiera, las condiciones sociales y económicas a nivel micro y macro, los competidores directos y su posición frente a ellos (si es líder o seguidor), los competidores con productos o servicios sustitutos, el capital relacional, la imagen, entre otros.

Los entes gestores deben contar con las capacidades para realizar las funciones para la vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva que le permitan tener dominio del contexto interno y del entorno.

3.6.4 Partes interesadas

Además de las instituciones identificadas en la definición de la estrategia, las otras partes interesadas y que hacen parte de la industria del SPTM son los proveedores de tecnología (fabricantes de vehículos e infraestructura, distribuidores e integradores), quienes requieren la tecnología para prestar su servicio (entes gestores, agentes y empresas de servicios a terceros) y las entidades de soporte que, en la práctica, en su mayoría también son proveedoras de tecnología, entendida como conocimiento.

a. Instituciones

Está integrado por los organismos que regulan y financian el desarrollo de proyectos de STM, entre otros tenemos:

- De orden nacional: Ministerio de Hacienda, Consejo Nacional de Política Económica y Social, Departamento Nacional de Planeación.
- De orden regional: Planeación Municipal y Departamental, Área Metropolitana.
- De orden internacional - Banca internacional (Banco Mundial, Corporación Andina de Fomento, Banco Interamericano de Desarrollo, entre otros.

b. Proveedores de tecnología

Está integrado por las entidades que diseñan, fabrican, ensamblan, integran y entregan para operación las tecnologías requeridas por los entes gestores y los agentes, por lo que son una parte indispensable del capital relacional. Debido a las permanentes “movidas” empresariales, que incluye la absorción y fusión empresas, es indispensable mantener una comunicación permanente con los proveedores de las tecnologías clave, a fin de recibir alertas tempranas sobre posibles movimientos que puedan afectar la competitividad de cualquiera de los agentes; para ello se puede disponer de un “directorío de proveedores” que debe ser periódicamente actualizado. Los proveedores de tecnología se pueden clasificar en tres grupos, así:

- **Fabricantes:** de buses, tranvías, BRT, trenes, infraestructura vial, talleres, estaciones y paradas, sistemas de control de tráfico, sistemas de suministro de energía, entre otros.
- **Distribuidores, representantes comerciales, dealers:** es un mecanismo adoptado por los fabricantes con un doble propósito, dedicarse exclusivamente a su objeto, que es producir componentes y para poder abastecer de manera más ágil a aquellos clientes que se encuentran fuera de su zona de influencia directa.
- **Integradores:** son organizaciones con un alto capital intelectual y una alta capacidad de asimilación de conocimiento, que lo utilizan para hacer compatibles tecnologías disímiles; este proceso se ha visto favorecido por el establecimiento de estándares internacionales, definidos por entes normalizadores, que regulan las condiciones de integración de diferentes tecnologías, con el fin proteger al cliente de posibles monopolios, así como de la “dependencia tecnológica”.

c. Receptor o aprovechador de la tecnología

Para el caso de los STM, se incluye principalmente a los entes gestores y los demás agentes. Por diferentes razones, los gestores y agentes suelen entregar algunas de las actividades a su cargo para

que otras empresas las realicen (outsourcing), decisiones de ese tipo deben estar alineadas con el direccionamiento estratégico o la estrategia tecnológica de la organización, pues pueden conllevar a la pérdida de capacidades debido al desuso, pérdida que se puede ver potencializada por la rotación natural del capital humano en las organizaciones. Adicionalmente, los procesos de outsourcing involucran procesos de transferencia de tecnología, lo que lleva a incurrir en algunos riesgos (uso indebido, apropiación no autorizada, divulgación indebida, entre otros); por ello, adicional a los **acuerdos de servicio** (que es lo que regularmente se prioriza), se deben dejar explícitas las condiciones sobre el uso y cesión de la tecnología, sobre su integridad (modificaciones y adaptaciones susceptibles de realizar), sobre la divulgación de aspectos relacionados con la tecnología (acuerdos de confidencialidad) y demás condiciones que permitan mantener el dominio sobre la misma. En el contexto de los SITM de Colombia, estos son algunos de los aprovechadores de tecnología:

- **Entes gestores:** actualmente en las ciudades de Cali (MÍO) y Cartagena (TRANSCARIBE), y en las Áreas Metropolitanas de Barraquilla (TRANSMETRO), Bucaramanga (METROLÍNEA), Pereira (MEGABUS) y Medellín (METROPLÚS). La interacción entre estos entes es fundamental a fin de identificar necesidades comunes para la transferencia de tecnología.
- **Operadores:** actualmente el Metro de Medellín y los operadores que prestan sus servicios a los diferentes entes gestores previamente mencionados. Como particularidad, el Metro de Medellín es el operador del Metroplus (opera y mantiene los buses) y es operador del Sistemas de los sistemas Metro – Cable y Tranvía de la ciudad de Medellín, de los cuales, en la práctica, es ente gestor y agente, pues provee la infraestructura física y la plataforma tecnológica necesaria para la prestación del SITM. Esta situación obedece a que el Metro de Medellín ya existía cuando se formuló la PNTU y conservó su estructura, que no coincide con la definida en la política orientada a los MBRT.
- **Empresas de servicios a terceros (outsourcing):** entre estos se destacan, las empresas relacionadas con las TIC, de mantenimiento, de servicios de software, de servicios de aseo y la vigilancia. Como se mencionó, la subcontratación involucra procesos de transferencia de tecnología cuyo alcance debe ser claramente especificado en los procesos de negociación.

d. Facilitadores

Como se mencionó, estas entidades proveen las capacidades o tecnologías complementarias, en muchos casos exigida por los organismos de control. Dependiendo de su naturaleza o su razón

social, estas entidades se especializan en una actividad específica, que se pueden clasificar como sigue:

- **Normalizadores:** en general, la mayoría de los países cuentan con al menos un organismo normalizador (ICONTEC, en Colombia; AENOR, en España; British Standard, en Reino Unido, etc.). En los países con importante producción industrial también existen entes normalizadores por sectores de la industria (ASTM, AWS, SAE, IEEE, IEC, entre otros). Dada la celeridad del cambio tecnológico, disposiciones en materia de seguridad y aspectos ambientales, las normas o estándares son periódicamente ajustados, por lo que es necesario realizar procesos de vigilancia sobre los cambios en la normatividad y que incidan en las tecnologías propias de los SITM; para ello es preciso tener identificadas las entidades normalizadoras y las normas que apliquen a los entes gestores y agentes, a fin de incorporarlas en su GT, mediante procesos de vigilancia tecnológica. Para ello, las entidades normalizadoras suelen tener servicios de alerta en sus portales WEB.
- **Certificadores:** juegan un papel fundamental en el proceso de desarrollo de tecnología, pues son los que avalan el diseño, construcción y aptitud para la operación de los nuevos desarrollos. Estas certificaciones son de carácter obligatorio para muchos componentes que hacen parte de los vehículos e infraestructura de los STM, así que, como parte del desarrollo de productos, por parte de los entes gestores o agentes, es menester conocer los requerimientos en materia de certificación desde la etapa de diseño. Para el caso del STM en los países en desarrollo, donde se suele recurrir a las prácticas de ingeniería inversa para la sustitución de componentes es indispensable conocer sobre los requerimientos de certificación de los componentes a reemplazar a fin de no alterar la integridad de los sistemas y evitar posibles sanciones o penalidades. Nuevamente, la vigilancia tecnológica es la función de la GT que posibilita tener bajo control esta labor.
- **Consultores:** suplen la falta de capital intelectual de la organización en prácticamente todos los procesos de la GT (identificación, evaluación, selección, adquisición, adaptación, asimilación, utilización y abandono de la tecnología), por lo que son organizaciones con un alto capital intelectual, con las que los entes gestores y demás agentes deben establecer relaciones de confianza y de largo plazo. En los consultores se cifra gran parte del resultado de los objetivos organizacionales, cuando se emprenden proyectos de transferencia de tecnología, bien sea para aumentar la capacidad productiva, o para incorporar una nueva tecnología en remplazo de la existente, debido a que su desempeño no permite el logro de los objetivos definidos en la estrategia (obsolescencia tecnológica).
- **Centros de I+D y unidades de transferencia de tecnología de las Universidades (UTT):** la función principal de las UTT es el aprovechamiento del conocimiento generado al interior de la universidad (transferencia de tecnología) mediante la formación de las denominadas “spin off” o

mediante la cesión de los derechos de propiedad intelectual a otra entidad, quien ejercerá su dominio. Desde ese punto de vista, las alianzas entre los STM y los centros de investigación de las universidades abren una amplia gama de posibilidades para abordar proyectos de investigación para el desarrollo de tecnologías dando solución a necesidades específicas u oportunidades identificadas por los STM, desarrollos que posteriormente pueden ser transferidos a gestores o agentes de otras regiones. Una dificultad que es necesario sortear en los proyectos adelantados con las universidades es la asimetría de intereses con la industria (investigar vs producir) y tiempos de respuesta (períodos académicos vs operación continua) lo que debe ser considerado en los alcances y cronogramas de los proyectos.

- **Gremios, asociaciones y grupos sectoriales:** generalmente son entidades privadas sin ánimo de lucro que realizan seguimiento al desempeño de determinados sectores de la industria, con el fin de generar estadísticas, que posteriormente son utilizadas por las instituciones para definir políticas e indicadores de gestión, entre otros. Así, por ejemplo, la Asociación Nacional de Industriales - ANDI tiene un Comité Sectorial del Transporte, que hace seguimiento al desempeño al sector transporte del país; por su parte, La Fundación para la Educación Superior y el Desarrollo – FEDESARROLLO realiza estudios al desempeño del sector transporte. En el contexto internacional, encontramos entre otras, la Asociación Latinoamericana de Metros y Subterráneos – ALAMYS, que propende por la generación de sinergias entre los operadores de Metros, Subterráneos y Tranvías en Latinoamérica, y el Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo – ITDP, que propende por la masificación de los MBRT como alternativa de STM. Estas entidades tienen un fuerte poder de opinión, por lo que es necesario conocer sus informes y recomendaciones, pues pueden generar cambios en las políticas institucionales y, como consecuencia, en la estrategia corporativa y tecnológica.

- **Entidades de fomento e intermediación:** apoyan la formación de alianzas entre los gestores y demás agentes con los desarrolladores de tecnología y centros de investigación para adelantar proyectos de I+D y dinamizar las actividades comerciales. En Colombia, entre otras se cuentan: COLCIENCIAS, Ruta N, la Agencia de Cooperación e Inversión de Medellín y el Área Metropolitana – ACI, TECNNOVA. COLCIENCIAS apalanca proyectos para la generación de conocimiento; Ruta N fomenta la creación y el fortalecimiento de empresas de base tecnológica; la ACI fomenta el fortalecimiento de relaciones internacionales estratégicas que generen el acceso a recursos de cooperación internacional y propicien el aumento de los flujos de negocios e inversión en el territorio antioqueño; TECNNOVA fomenta la relación Universidad- Empresa- Estado.

La trilogía, Universidad – Empresa – Estado, es conocida con el Triángulo de Sábato, quien propuso un modelo de política científico-tecnológica, en el cual que precisa de estos tres actores; el Estado, que diseña y ejecuta la política; la infraestructura científico tecnológica, como sector productor y oferente de la tecnología; y el sector productivo, el cual es demandante de tecnología (Sábato y Botana, 1968; Sábato, 1975, citados por Lucca, 2013). Este modelo favorece la GT de los SITM en la medida en que los entes gestores y demás agentes pueden financiar parte de sus proyectos para el desarrollo y transferencia de tecnología con recursos económicos del estado y el aporte de conocimiento propio de las universidades, por lo que es indispensable realizar vigilancia a los concursos y aplicar mediante la propuesta de proyectos susceptibles de cofinanciación.

- **Entidades de interfaz:** entre estas se cuentan los Centros de Desarrollo Tecnológico (CDT), su objeto es la ejecución de actividades científicas y tecnológicas (I+D, capacitación y servicios científicos y tecnológicos) enfocadas a las tecnologías relevantes para uno o varios sectores productivos o actividades económicas, lo cual hace parte de los procesos de transferencia en los SITM. Los Centros Regionales de Productividad (CRP), su objeto son las tecnologías gerenciales, en gran medida transversales a varios sectores o actividades económicas. Las Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica (IEBT), su objeto es crear espacios y ambientes propicios para que la innovación tecnológica emerja a través de nuevas empresas o de nuevas unidades de negocio en empresas existentes. El objeto de estas entidades es similar al de los centros de I+D de las universidades, discutido líneas arriba.

Como resumen, los entes facilitadores ofrecen una amplia gama de posibilidades para la gestión tecnológica de los SITM, con líneas de acción encaminadas tanto a la eficiencia como a la diferenciación. Muchas de estas posibilidades son producto de la oportunidad por lo que se precisa de una previa preparación para estar dispuestos en el momento que se presenten; sin embargo, las actividades de vigilancia y el aprovechamiento del capital relacional posibilitan a las alertas tempranas, ampliando las posibilidades de participación exitosa en los procesos orientados al apalancamiento de proyectos de tecnología.

e. Clientes

Los clientes son una fuente inagotable de ideas que potencializan la innovación, de allí que es necesario establecer diferentes mecanismos de comunicación que faciliten la interacción con ellos y el acceso a dichas ideas; tradicionalmente se han utilizado mecanismos como los buzones para depositar las quejas y sugerencias, las líneas de servicio al cliente, el contacto directo con líderes y Juntas de Acción Comunal mediante reuniones periódicas. Ahora se cuenta con una herramienta

poderosa como son las redes sociales, sin desconocer que también representan un riesgo que puede afectar la imagen corporativa si no son debidamente gestionadas. Las plataformas en la WEB son otra herramienta utilizada para la generación de ideas mediante el fomento a la innovación abierta, por ejemplo, mediante la formación de comunidades de práctica, el lanzamiento de retos para la generación de ideas que den solución a problemas específicos. Con la información obtenida a través de estos procesos se puede estructurar un inventario de proyectos a partir de la clasificación, evaluación y selección de ideas con potencial innovador para los SITM o para el establecimiento de alianzas con otras entidades que hagan parte del capital relacional, en caso de que sean de su interés. Estos clientes se pueden clasificar en dos tipos:

- **Clientes cautivos:** aquellos que hacen uso regular del STM porque lo encuentran más atractivo que otras opciones, incluso disponiendo otros medios de transporte.
- **Clientes potenciales:** aquellos que se encuentran en la zona de influencia del STM pero que utilizan otros medios de transporte y sobre quienes hay que desarrollar acciones para convertirlos en clientes cautivos.

3.7 Enriquecimiento del patrimonio tecnológico

Hasta ahora se ha mencionado el término patrimonio tecnológico haciendo referencia a los recursos tecnológicos de los que dispone la organización, es decir, el “conjunto de medios materiales (herramientas, métodos, patentes) y sobre todo inmateriales (conocimientos científicos y técnicos, know how) de que la empresa dispone y/o que le son accesibles -en el interior (capacidades y potencialidades individuales y colectivas) o en el exterior (socios o aliados eventuales)- para concebir, fabricar, comercializar, facturar sus productos o servicios, adquirir y explotar información, asegurar el funcionamiento y gestión de todas las funciones...” (Morín, 1992, citado por Estrada y Sabando, 2001).

Partiendo de este concepto, el modelo planteado, con el cual se pretende lograr el enriquecimiento del patrimonio tecnológico de los entes gestores y demás agentes de los SITM, acoge los procesos incluidos en el modelo de Hidalgo y Pavot (2002), valga decir, los procesos para la identificación, evaluación, selección, adquisición, asimilación y utilización de las tecnologías clave para la estructuración y prestación del servicio (ver Gráfico 7). Esta etapa es clave en el desarrollo del trabajo de grado ya que los procesos fundamentales de la GT se encuentran aquí, específicamente los relacionados con la negociación y transferencia de tecnología.

Como se había anotado, la vigilancia tecnológica es una de las funciones que requiere la gestión tecnológica (Morín, 1985, citado por Palop y Vicente, 1999), la cual se complementa con una serie de herramientas que facilitan esta labor (COTEC 1999b). Esta función adquiere mayor relevancia en esta etapa, ya que su correcta aplicación hará más eficiente el proceso para la identificación de amenazas tanto al interior de la organización (identificación de tecnologías, clave, obsoletas, etc.), como al exterior de la misma (desarrollo de productos sustitutos a los que ofrece la organización, etc.), al igual que de oportunidades tanto al interior (transferir una tecnología que la organización posee y que otra organización está necesitando, etc.), como al exterior (identificar un proveedor de tecnología con el cual se puede establecer una alianza estratégica), por citar algunos ejemplos.

Una visión más amplia permite afirmar que, las funciones de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva son fundamentales en esta etapa, pues hacen más eficiente los procesos para la identificación, evaluación, selección, adquisición, asimilación, utilización y abandono de la tecnología; teniendo un doble efecto. Por un lado mediante **la identificación de los riesgos** que puedan afectar el desempeño de los SITM (reprocesos y pérdidas económicas como resultado de inversiones en proyectos sobre los cuales no se disponía de suficiente información, porque dicha información estaba desactualizada, etc.); por el otro **generando oportunidades** (nuevas fuentes de ingreso, nuevos proyectos, fortalecimiento del capital intelectual, etc.).

En los siguientes numerales se discutirán los procesos básicos para el enriquecimiento del patrimonio tecnológico de la organización, particularizando para el caso de los SITM.

3.7.1 Identificación de las tecnologías

Este proceso tiene tres objetivos principales: primero, **saber de qué recursos tecnológicos disponen** los entes gestores y demás agentes que conforman los SITM, lo cual permitirá identificar sus debilidades y fortalezas; segundo, **saber qué recursos tecnológicos requieren** los SITM para el logro de sus objetivos corporativos, lo cual es resultado de la identificación de las debilidades y de la exploración del entorno; tercero, **definir nuevos enfoques de diferenciación** del SITM, lo cual es resultado de la identificación de las fortalezas. La identificación permite establecer un perfil del patrimonio tecnológico del SITM, que debe ser posteriormente consolidado a través de los procesos de selección y evaluación.

a. Recursos tecnológicos con que cuentan los entes gestores y demás agentes

Esta actividad parte de la realización de un diagnóstico interno o auditoría a cada uno de los agentes del SITM, cuyo resultado debe ser un inventario de los recursos tecnológicos (escenario actual), clasificados según unos criterios previamente definidos, por ejemplo, en el orden de los procesos productivos, partiendo de las compras hasta la entrega del producto, también podría ser por su localización geográfica, en caso de tener varias sedes, etc.

b. Recursos tecnológicos requeridos

A partir de la identificación de los recursos tecnológicos disponibles (escenario actual) y los recursos tecnológicos requeridos a partir de la especificación del servicio de transporte a prestar, de acuerdo con las expectativas de los interesados y las posibilidades de los integrantes de los SITM (escenario deseado), se podrán identificar los recursos tecnológicos a incorporar para “cerrar la brecha”; este proceso se extiende a la identificación de las tecnologías existentes que suplan las necesidades de cada agente, sus posibles proveedores (internos, en caso de contar con las capacidades para desarrollarlas o externos, en caso contrario), los posibles mecanismos de transferencia y apalancamiento (para el caso de adquisición de tecnologías), todos ellos soportados por actividades propias de la función de vigilancia tecnológica.

c. Nuevos enfoques de diferenciación

Consiste en identificar fuentes para el aprovechamiento de las fortalezas identificadas y que no estaban siendo explotadas, principalmente si estas tienen un potencial diferenciador. Como se ha anotado, en los SITM estas fortalezas generalmente se encuentran asociadas a los procesos y métodos para la prestación del servicio, así como en las capacidades para establecer alianzas estratégicas que permiten esta diferenciación.

3.7.2 Evaluación y selección de las tecnologías

Estos dos procesos permiten la **priorización** de las inversiones en tecnología, como resultado de la clasificación, caracterización y valoración de tecnologías críticas de los diferentes agentes. También permiten identificar posibilidades de diferenciación a partir de las fortalezas identificadas. Para ello, una vez realizado el inventario se procede con la evaluación o caracterización de los recursos identificados, teniendo con referencia los objetivos estratégicos y la

ET que, como se anotó, debe estar alineada entre los diferentes agentes. Esta actividad debe ser realizada por personal experto, partiendo de unos criterios de valoración suficientemente claros.

Entre las herramientas utilizadas para realizar la evaluación se incluyen las matrices multicriterios; la matriz tecnología-producto, que compara la lista de productos ofrecidos contra sus tecnologías incorporadas y que permite identificar las tecnologías asociadas a cada producto y la competencia técnica de la empresa en el dominio de cada tecnología; otra herramienta es la matriz de portafolio de ciclo de vida, que compara la posición competitiva de las tecnologías en la empresa contra su ciclo de vida, que permite identificar la pérdida de posición competitiva dado el grado de madurez de la tecnología (Salvador y Sabando, 2001); un ejemplo de ello se observa en el **Gráfico 16** (Escorsa y Valls, 1998) que indica que si la posición competitiva es débil y la tecnología ya alcanzó su grado de madurez lo recomendable es su abandono (como suele suceder en los STM cuando las tecnologías utilizadas se aproximan a su fin de vida útil), o que si la posición competitiva es débil y la tecnología está en proceso de crecimiento se puede optar por una reconversión a fin de mejorar la posición competitiva.

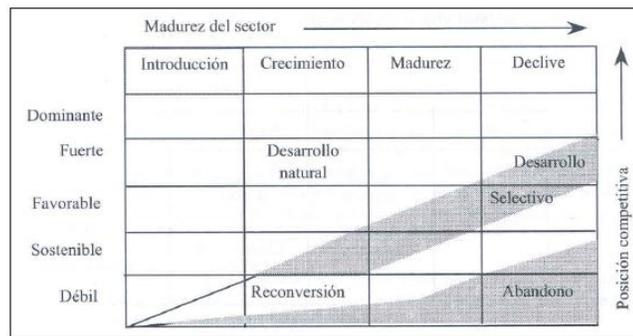


Gráfico 16. Representación matricial de la posición estratégica. Fuente: Escorsa y Valls, 1998.

Una primera responsabilidad de los expertos es seleccionar las tecnologías identificadas que serán objeto de valoración, preferiblemente de acuerdo con su importancia estratégica: **tecnología clave** o **tecnología crítica**. Por lo general, las tecnologías seleccionadas como críticas serán las sometidas a evaluación (Cámara Madrid, 2004), las demás no será necesario.

A continuación se relaciona un listado no exhaustivo de los aspectos a evaluar a cada una de las tecnologías seleccionadas:

- Función dentro del proceso productivo: de proceso, equipo, producto u operación.
- Estado actual en ciclo de vida: emergente, en crecimiento, madura u obsoleta.

- Componente físico o intelectual: incorporada o desincorporada.
- Afinidad con el medio o ambiente: “amigable” o “no amigable”.
- Complejidad para su desarrollo: bajo contenido de conocimiento o alto contenido de conocimiento.
- Grado de apropiación al interior de la organización: expertos al interior de la empresa que la dominan, da tecnología, dependencia de proveedor, mantenedor, licenciataria, etc.
- Disponibilidad de la tecnología: multitud de proveedores, escasos proveedores, no se conocen.

El producto de la identificación y la evaluación son informes con los resultados y las recomendaciones que conduzca al enriquecimiento del patrimonio tecnológico de diferentes agentes, que contenga al menos los siguientes elementos:

- Inventario de los recursos tecnológicos.
- Criterios de selección y evaluación adoptados.
- Herramientas utilizadas para la evaluación y vigilancia.
- Relación de las tecnologías clave identificadas por cada agente.
- Resultados de la evaluación de las tecnologías clave por cada agente.
- Conclusiones, que incluyan las fortalezas y debilidades encontradas.
- Recomendaciones sobre las necesidades de tecnologías a incorporar (adquirir), posibles fuentes de suministro, proveedores y mecanismos de transferencia, planes de contingencia, entre otros.
- Recomendaciones sobre las fortalezas identificadas y posibles fuentes de aprovechamiento.

3.7.3 Adquisición de las tecnologías requeridas

Las necesidades de enriquecimiento del patrimonio tecnológico se originan principalmente en los resultados y recomendaciones de la evaluación de los recursos tecnológicos de la organización. Estas necesidades de tecnología se pueden suplir mediante dos mecanismos:

- **El desarrollo**, en caso de disponer de las capacidades al interior de los agentes y que se considere conveniente proceder en ese sentido, lo cual debe estar definido en la estrategia tecnológica, pues habrá situaciones en las que se disponga de las capacidades para desarrollar una tecnología pero resulte ser más eficiente adquirirla mediante un proceso de transferencia.
- **La transferencia**, como resultado de un proceso de negociación.

Por cualquiera de ellas que se opte, el objetivo debe ser enriquecer el patrimonio tecnológico de la manera más eficiente (en términos de costo o tiempo).

3.8 Adquisición mediante desarrollo de tecnología

La decisión de emprender acciones para el desarrollo de tecnología debe estar alineado con la estrategia tecnológica y contar con el apoyo decidido de la alta dirección del ente gestor y de los diferentes agentes, según el caso, toda vez que este es un proceso lento, que exige el fortalecimiento de capacidades tecnológicas para la investigación y el desarrollo (I+D), la estructuración de proyectos de I+D, la ingeniería de diseño y procesos, entre otros. Todo ello exige la inversión de importantes recursos económicos y el fortalecimiento del capital relacional, de modo que se pueda realizar alianzas estratégicas que faciliten y dinamicen las acciones y proyectos que se emprendan.

3.8.1 Desarrollo compartido

Esta alternativa hace más eficiente el desarrollo de tecnologías. Básicamente consiste en que la empresa, ente gestor o agentes, a partir de las capacidades adquiridas y de prácticas como la ingeniería inversa y el mejoramiento continuo diseña nuevos productos o procedimientos necesarios para la prestación del servicio; la fabricación o materialización la hace a través de un tercero, generalmente una empresa local que cuenta con las capacidades e infraestructura para convertir un diseño en un producto tangible; finalmente, la optimización y adaptación para su explotación se realiza de manera conjunta. Esta alternativa tiene como ventaja que cada empresa asume aquello en lo que tiene mayores capacidades. Sin embargo, no debe pasarse por alto los acuerdos de confidencialidad y de propiedad intelectual e industrial en la etapa de negociación. Esta alternativa es bastante utilizada por empresas de base tecnológica, que se centran su accionar en generar conocimiento (investigación) y el desarrollo posterior producción los realizan con sus socios estratégicos, optimizando así el proceso de I+D.

3.8.2 Masificación del desarrollo de productos

Uno de los incentivos para abordar el desarrollo de tecnología es que la industria del transporte masivo en Colombia es una industria relativamente nueva, con expectativas de extenderse a un amplio número de ciudades, lo cual también está ocurriendo en muchos países de Latinoamérica. Esto supone una excelente oportunidad para la implementación de prácticas que conlleven al

desarrollo de tecnologías propias de esta industria y complementarias, pero para ello se requiere de masa crítica que propicie los cambios que conlleven a un proceso estructurado para el aprendizaje tecnológico y el fortalecimiento de capacidades; mientras tanto, el país y los agentes que conforman los SITM deberán continuar acudiendo a los procesos de transferencia de tecnología o, en el mejor de los casos, al desarrollo de productos mediante la imitación por duplicación (Kim, 2000) a través de la ingeniería inversa, resignando posibilidades de trascender a nuevos horizontes, que generen mayores posibilidades de crecimiento tecnológico y riqueza.

Para revertir esta condición, es necesario partir por generar y fortalecer el conocimiento requerido, en lo cual las alianzas de los diferentes agentes con las universidades juegan un papel fundamental; partiendo de la estructuración de programas de formación a nivel de pregrado y postgrado “hechos a la medida” en conjunto con los diferentes agentes de la industria del transporte masivo de pasajeros. Igual medida se debe implementar en la base técnica, siendo una institución como el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) la llamada a propiciar los espacios para el fortalecimiento de las capacidades y buenas prácticas de manufactura en la industria local, particularmente en las pequeñas y medianas empresas (PYMES), que son a las que generalmente acuden los entes gestores y demás agentes durante la realización de procesos de desarrollo de productos; lo cual obedece a que los bajos volúmenes que suelen requerir los diferentes agentes no hacen atractivos estos procesos para las grandes empresas.

3.8.3 Apalancamiento del desarrollo de tecnologías desde lo institucional

Un aspecto que podría favorecer el fortalecimiento de esta industria en el país es la unificación de tecnologías, es decir, que los diferentes STM del país utilicen “la misma tecnología”, esto desencadenaría en unas condiciones más favorables para el desarrollo de esta industria al generar necesidades comunes, que finalmente favorecen la **economía de escala**. Precisamente, en la falta de economía de escala es donde reside uno de los principales problemas para el desarrollo de esta industria: los bajos volúmenes de rotación de inventarios no la hacen atractiva, por el contrario, **la encarecen debido a la falta de capacidades**; la unificación de tecnologías permite tener mayor control sobre esa condición.

Algunos aspectos de la PNTU favorecen la “unificación de tecnologías”. Las instituciones de orden nacional son las que ejercen control sobre los aspectos técnicos y financieros de estos proyectos, por lo que pueden definir lineamientos en ese sentido, en conjunto con los entes

gestores y los operadores. De hecho, El Programa Colombia compra eficiente ([www.colombiacompra eficiente](http://www.colombiacompraeficiente.com), consultado el 14 de julio de 2016) propende por acciones de este tipo, ya que entre sus funciones incluye las siguientes:

- La formulación de políticas, planes y programas buscando optimizar la oferta y demanda en el mercado de compra pública.
- El diseño, la organización y la celebración de Acuerdos Marco y otros instrumentos de agregación de demanda.
- El apoyo a las Entidades territoriales en la gestión de compras.

3.9 La negociación en la transferencia de tecnología

Una vez la organización haya decidido incorporar una nueva tecnología o sustituir una tecnología existente (proceso de adquisición) que implique adquirir una tecnología externa (transferencia de tecnología) y se haya identificado un posible proveedor se tienen los elementos para iniciar un proceso de negociación de tecnología, cuyo objetivo es **definir los acuerdos y condiciones a plasmar en un contrato para la transferencia de tecnología desde un proveedor a un receptor**; todo ello enmarcado en la estrategia tecnológica corporativa, de manera que el proceso de transferencia aporte al enriquecimiento del patrimonio tecnológico.

3.9.1 Negociación para la transferencia de tecnología desde lo público

Generalmente los proveedores de tecnología esperan que al iniciar un proceso de negociación su resultado final sea la formalización de un contrato, lo cual es relativamente factible de lograr en las empresas del sector privado, en las que una vez identificado el proveedor “apropiado” se tiene la posibilidad de establecer un proceso de negociación directa, lo que dinamiza el proceso ya que los negociadores tienen poder decisorio. Con las empresas del sector público o que tienen componente público, como es el caso de los entes gestores, el asunto es más complejo, dadas las limitaciones que se tienen para realizar contrataciones directas; por lo que, por lo general los procesos de negociación son de carácter exploratorio, es decir, no se puede llegar a acuerdos definitivos para plasmarlos en un contrato, a lo que se suele llegar es a “acuerdos condicionados” a que un determinado proveedor sea el seleccionado dentro de un grupo de posibles proveedores con los que se realiza el mismo proceso de negociación, de manera paralela pero separada.

La incertidumbre que genera no poder llegar a acuerdos en firme por lo general altera el proceso de negociación en varios aspectos: un menor interés del posible proveedor debido a la falta de

exclusividad; tiempos de respuesta más largos que dilatan el proceso; mayor reserva para compartir la información por el temor de que sea compartida con la competencia, lo que limita la posibilidad de una certera especificación del alcance de la transferencia de tecnología, alteración de los costos de la transferencia con el fin para tener mayor margen de negociación, entre otros.

Estas condiciones de negociación dificultan la eficiencia y efectividad de los procesos de negociación, lo cual es más relevante en los procesos de transferencia de tecnología, que van mucho más allá que un contrato de compraventa.

Para subsanar esas limitaciones, la **Ley 1286 de Ciencia y Tecnología**, incorpora algunas facilidades para la negociación en ciencia, tecnología e innovación:

“Artículo 33. Las actividades, contratos y convenios que tengan por objeto la realización de actividades definidas como de ciencia, tecnología e innovación que celebren las entidades estatales, continuarán rigiéndose por las normas especiales que les sean aplicables. En consecuencia, tales contratos se celebrarán directamente (Ley 1286, 2009). Estos contratos deben tener en su alcance alguno de los siguientes componentes:

- Adelantar proyectos de investigación científica.
- Apoyar la creación, el fomento, el desarrollo y el financiamiento de empresas que incorporen innovaciones científicas o tecnológicas aplicables a la producción nacional, al manejo del medio ambiente o al aprovechamiento de los recursos naturales.
- Organizar centros científicos y tecnológicos, parques tecnológicos, e incubadoras de empresas.
- Formar y capacitar recursos humanos para la gestión de la ciencia y la tecnología.
- Establecer redes de información científica y tecnológica.
- Crear, fomentar, difundir e implementar sistemas de gestión de calidad.
- Negociar, aplicar y adaptar tecnologías nacionales o extranjeras.
- Asesorar la negociación, aplicación y adaptación de tecnologías nacionales y extranjeras.
- Realizar actividades de normalización y metrología.
- Crear fondos de desarrollo científico y tecnológico a nivel nacional y regional, fondos especiales de garantías, y fondos para la renovación y el mantenimiento de equipos científicos.
- Realizar seminarios, cursos y eventos nacionales o internacionales de ciencia y tecnología.
- Financiar publicaciones y el otorgamiento de premios y distinciones a investigadores, grupos de investigación e investigaciones.

Sin embargo, su aplicación no ha sido muy acogida principalmente por falta de conocimiento, de allí que las negociaciones y contratos de ciencia y tecnología se suelen gestionar como contratos de compraventa. Esta limitación, que afecta negativamente la gestión de la tecnología, puede ser revertida desde el direccionamiento estratégico, mediante la definición de directrices claras en materia de contratación para la transferencia de tecnología.

3.9.2 Negociación internacional para la transferencia de tecnologías

Cuando se trata de negociaciones internacionales aspectos tales como la cultura, el idioma, la distancia, las estaciones, la diferencia horaria, afectan el desarrollo del proceso y adquieren importancia, pero no son los de mayor relevancia. Los aspectos sobre los que se debe tener mayor claridad son el objeto de la transferencia, los términos de negociación (términos INCOTERMS), los requerimientos de homologación de profesiones u oficios de las personas que realizarán la transferencia de conocimiento, las capacidades requeridas por las personas que participarán en el proceso de transferencia, la normatividad en materia de seguridad industrial y salud ocupacional del país a donde se realizará la transferencia, la definición del país sobre el cual se definirán los aspectos legales, los mecanismos de solución de problemas, las penalidades ante el incumplimiento de las obligaciones, el tipo de moneda en la que se realizarán los pagos, las cartas de crédito, los tipos de pólizas a solicitar, la carga impositiva, las exenciones tributarias, los acuerdos de libre comercio, los mecanismos de financiación, las condiciones de seguimiento y control, el servicio postventa, entre otros. Algunos de estos aspectos se amplían a continuación.

a. Aspectos propios del objeto de la transferencia

González (2009) recomienda tener presente los siguientes elementos:

- “Identificación explícita de la tecnología y el conocimiento a transferir: patente, diseño, marca, know-how (formulación, condiciones de fabricación y uso), maquinaria, productos, materiales, etc.
- Derechos concedidos: uso, fabricación y explotación comercial.
- Sector o sectores donde se va a aplicar la tecnología.
- Territorio en el que se conceden los derechos: España, España y Portugal, Europa, EEUU, etc.
- Tipo de licencia: exclusiva o no exclusiva para los territorios y sectores mencionados.
- Posibilidad de concesión de sublicencias de la tecnología a terceras partes.
- Confidencialidad de la tecnología y de la información manejada.
- Información transferida registrada en soporte físico: planos, fotografías, manuales, etc.

- Información transferida no registrada en soporte físico: conocimientos técnicos, formación que se llevará a cabo, duración, forma, etc.
- Propiedad de posteriores modificaciones y mejoras de la tecnología.
- Asistencia técnica posterior: solución de problemas de fabricación o uso, consultas de clientes (fase comercial), ensayos en materiales de clientes, etc.
- Subcontrataciones a terceros.
- Uso de la marca del producto.
- Garantías o no de resultados de aplicar la tecnología.
- ...”

Como complemento a lo indicado por González (2009), en la identificación explícita de la tecnología y conocimiento a transferir caben estas otras: investigación y desarrollo (I+D), de consultoría; de análisis de muestras, de control y certificación de calidad (Ramírez, 2006). El caso más simple de negociación de tecnología es el de compraventa de equipos (**productos de tecnología**), que además del suministro puede incluir cláusulas para la asistencia técnica, la instalación y puesta a punto, el suministro de partes y documentación, el entrenamiento para su operación y mantenimiento.

b. Los términos de negociación (Términos INCOTERM)

Mediante estos términos se define el lugar y forma de entrega de la tecnología a transferir, así, por ejemplo, la tecnología puede ser entregada en la planta de producción del proveedor, en un lugar intermedio o en las instalaciones del receptor. La definición del tipo de términos de negociación exige contar con las capacidades en materia impositiva, arancelaria, aduanera, logística, entre otras, de los países de origen de las empresas que realizan la negociación; capacidades que debe poseer el equipo negociador.

c. Las exenciones tributarias

Los acuerdos internacionales en materia de **sostenibilidad ambiental y eficiencia energética** han favorecido la aplicación de exenciones tributarias a la producción y uso de las denominadas tecnologías limpias; por ejemplo, en Colombia la transferencia de tecnologías para el transporte público que operen motores altamente eficientes pueden ser objeto de exenciones tributarias o arancelarias. Los agentes de los SITM deben disponer de funciones de vigilancia para hacer uso de esos mecanismos en sus procesos de negociación y transferencia.

d. Propiedad intelectual

El artículo 27 del Acuerdo de Integración Subregional Andino o Acuerdo de Cartagena (1969) definió los mecanismos para construir un régimen común sobre marcas, patentes, licencias y regalías de los países miembros. A partir de dicho acuerdo se expidió el primer reglamento común de propiedad intelectual (Decisión 85 de 1974) y se reglamentó mediante el decreto 1190 de 1978 para Colombia (www.sic.gov.co, consultado el 17 de octubre de 2016).

En el año 1994, en el marco del Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT) se crea la Organización Mundial del Comercio (OMC), entidad a la acuden los gobiernos miembros para tratar de solucionar sus diferencias comerciales. Paralelamente, mediante el Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (ADPIC) de la OMC, incorporó por primera vez normas sobre la propiedad intelectual en el sistema multilateral de comercio (www.wto.org, consultado el 17 de octubre de 2016). Este nuevo escenario obligó a revisar el Acuerdo de Cartagena, lo cual dio como resultado la expedición de la decisión 486 de 2000, que hasta la fecha contiene las disposiciones que rigen el otorgamiento y protección de los derechos de PI en el país (www.sic.gov.co, consultado el 17 de octubre de 2016).

Más recientemente, debido a la “internacionalización de la economía y de la coyuntura de negociación de tratados de libre comercio entre los países de la CAN y EE. UU., la Comisión del Acuerdo de Cartagena expidió la Decisión 689 de 2008, mediante la cual se autorizó a los países miembros para desarrollar y profundizar ciertas disposiciones de la Decisión 486 con el fin de garantizar su aplicación y preservar el ordenamiento jurídico andino. Colombia adoptó la decisión y la reglamentó parcialmente mediante el Decreto Ley 019 de enero de 2012 y el Decreto 729 de abril de 2012” (www.sic.gov.co, consultado el 17 de octubre de 2016).

3.9.3 Sensibilización interna durante la negociación

Paralelamente con la negociación debe haber un proceso de sensibilización al interior de la organización, con mayor énfasis hacia las áreas que serán “afectadas” con la incorporación de la nueva tecnología. Esta sensibilización presenta varios beneficios que favorecen la GT:

- Fomenta el compromiso de los miembros de la organización por sentirse parte del proceso.
- Disminuye la **resistencia al cambio** propio de los procesos de incorporación de tecnología.
- Posibilita la identificación de aspectos que no habían sido considerados por el equipo.

- Posibilita la generación de ideas que enriquezcan el proceso de negociación.
- Permite identificar capacidades tecnológicas desconocidas de algunos miembros de la organización, lo cual conlleva a ajustar el “inventario tecnológico”.
- Permite identificar “aliados” y “no tan aliados” del proceso de incorporación de tecnología y la implementación de acciones para ambas direcciones, principalmente en lo relacionada con mitigar la resistencia de pueda generar los “no tan aliados”.

3.10 Transferencia de tecnología

La transferencia de tecnología se puede dar de dos maneras: **informal**, mediante mecanismos como el acceso información de dominio público (patentes de invención vencidas, libros, revistas especializadas, catálogos, manuales, software libre, entre otros), la movilidad (intercambios, pasantías, ferias), el benchmarking, etc.; **formal**, mediante un contrato que es el resultado de un proceso de negociación.

3.10.1 Transferencia informal

Esta transferencia suele ser de tipo “intelectual”, es decir, en forma de conocimiento; por tal razón, la organización suele valerse de ella para adquirir tecnología al interior (desarrollo). Cabe recordar que, en general, el conocimiento adquirido de manera informal proviene de tecnologías maduras u obsoletas, por lo que debe ser tratada con reserva pues posiblemente conduzca al desarrollo de productos de los cuales ya se disponga de “sustitutos” con mejores prestaciones en el mercado, lo que haría más conveniente un proceso de transferencia que de desarrollo. Por ello, no se puede perder de vista la función de vigilancia tecnológica.

3.10.2 Transferencia formal

Este tipo de transferencia es el resultado de un proceso de negociación, previamente discutido.

3.10.3 Fases del proceso de transferencia de tecnología

Hidalgo et al., 2002, citado por González, 2009, resume el proceso de transferencia de tecnología en cuatro fases, de las cuales ya hemos abordado las tres primeras:

- Existencia de necesidad tecnológica en el receptor (estrategia de innovación tecnológica en la empresa) y oportunidad tecnológica en el proveedor (detección, valoración y explotación).

- Identificación del proveedor y/o receptor (disponibilidad de fuentes de información de potenciales socios, búsqueda del socio, gestión adecuada de los contactos...).
- Negociación del acuerdo entre las partes (calendario de negociación, definición de objetivos, posiciones de negociación claras...).
- Transferencia e implantación de la tecnología en el receptor (planificación temporal, asignación de recursos, gestión del riesgo, seguimiento de la adopción tecnológica, existencia de grupos de transición entre el proveedor y el receptor para asegurar el éxito de la transferencia.)

Esta última etapa es más operacional y requiere una participación más activa de las áreas de la organización que la explotarán y mantendrán.

3.10.4 Estrategias de participación durante la transferencia

El nivel de participación del personal de la organización en la etapa de implantación deberá ser consistente con la estrategia tecnológica. Así, por ejemplo, si la tecnología va a ser mantenida por el mismo proveedor se deberá evaluar la conveniencia de recibir extensos y costosos programas de capacitación que no suelen faltar, pero que serían improductivos, ya que las capacidades adquiridas corren el riesgo de perderse por falta de uso; en el caso contrario, si la organización ha de ser la responsable del mantenimiento y la operación, entonces lo pertinente será participar en la mayor parte del proceso, incluso en el diseño y fabricación, a fin de propiciar el aprendizaje tecnológico y disminuir los tiempos de adaptación y asimilación de la tecnología en cuestión; otra decisión podrá ser que la tecnología a incorporar la opere o mantenga un tercero (outsourcing), en ese caso habrá que evaluar la conveniencia de que este también participe en el proceso de implantación.

La situación se torna más compleja cuando se trata de la transferencia de **paquetes tecnológicos**, es decir, unidades funcionales que incluyen la integración de múltiples y complejas tecnologías, algunas de las cuales serán soportadas por la organización y otras por terceros, por lo que habrá que establecer una estrategia que permita el aprendizaje requerido para un óptimo aprovechamiento de la tecnología.

Lo ideal es que todos estos aspectos sean conciliados con el proveedor durante el proceso de negociación, pero en ocasiones se omite bien sea por falta de experiencia o porque la organización aún no tiene completamente definidos algunos de esos aspectos, por lo que, en lo posible, se deben dejar las cláusulas que permitan hacer los ajustes en su momento.

3.10.5 Adaptación

Para lograr una mayor eficiencia (disminución de costos y tiempos de entrada en operación), en muchos casos es necesario, adquirir tecnologías que fueron diseñados para unas condiciones de explotación similares a las de la organización pero, que no se ajustan completamente a los requerimientos o especificaciones. En ese caso dichas tecnologías deben pasar por un proceso de adaptación que permita hacer un uso óptimo. **En los proyectos STM la norma suele ser optar por este tipo de soluciones**, pues además de los aspectos relacionados con la eficiencia (costos y tiempo) también influye el hecho de que dichas tecnologías ya han sido suficientemente probadas, por lo que se puede tener evidencia de su confiabilidad y su seguridad operacional, factores de suma importancia en los STM.

Las necesidades de adaptación serán de menor impacto si se ha realizado un buen ejercicio de vigilancia tecnológica en los procesos de identificación, selección y negociación, así como una activa participación durante el proceso de transferencia de personas que las capacidades requeridas. De lo contrario se corre el riesgo de dilatados y costosos reprocesos, al igual que engorrosos procesos de reclamaciones al proveedor, debido a la identificación tardía de especificaciones, como consecuencia de una deficiente GT.

3.11 Aprovechamiento del patrimonio tecnológico

3.11.1 Asimilación

Este proceso se enfoca en los aspectos relacionados con la entrada de la nueva tecnología a su ciclo productivo (explotación o aprovechamiento), con el fin de generar los mecanismos para que dicha tecnología pueda ser explotada de manera eficiente y estable en el menor tiempo posible. Mientras mayores sean las capacidades tecnológicas de la organización, mayor será su capacidad de aprendizaje (Kim, 2000), lo cual permitirá acelerar el proceso de asimilación de la tecnología.

La incorporación de nuevas tecnologías puede generar resistencia, debido a la naturaleza humana de resistencia al cambio. Por ello, desde la misma etapa de negociación se debe adelantar un proceso de sensibilización que facilite el proceso de asimilación de la tecnología.

En esta etapa también es necesario activar suficientes canales de comunicación que permitan una ágil información de las novedades o dificultades encontradas por los diferentes agentes (operador, mantenedor, proveedor, asesor, cliente, entre otros).

3.11.2 Explotación

Ya se tiene la tecnología incorporada a los procesos productivos de la empresa, ahora los esfuerzos se deben centrar en una explotación eficiente durante su ciclo de vida útil, lo cual exige realizar adecuadas actividades de operación y mantenimiento, pero principalmente del fortalecimiento de capacidades del personal, que posibilite la incorporación **mejoras incrementales** (mejoramiento continuo) a la tecnología con el fin mejorar su desempeño y, por tanto, su eficiencia.

En ese sentido, Salvador y Sabando (2001) afirman que las habilidades del personal son las que garantizan la permanencia de la competitividad tecnológica de la organización. De allí que, el mejoramiento continuo de los recursos humanos puede conducir a un crecimiento futuro del valor añadido. Dicho mejoramiento se da mediante el adiestramiento para desarrollar las habilidades de resolución sistemática de problemas, la posibilidad de experimentar nuevos enfoques, aprovechar la propia experiencia, la oportunidad de aprender de la competencia, el estímulo a la creatividad y la capacidad de adaptarse rápidamente a los cambios tecnológicos y del entorno.

3.11.3 Abandono

Una de las recomendaciones, como resultado del proceso de evaluación de una tecnología, es el abandono de la misma debido a que ya concluyó su ciclo de vida, no se ajusta a los lineamientos corporativos, no cumple con determinada normatividad, entre otros.

En ese caso, la GT debe definir los mecanismos y planes de contingencia que permitan hacer esta transición con la menor afectación posible para la organización.

Para los STM, mediante el Decreto 1485, se creó el denominado “Fondo de reposición”, que busca disponer recursos económicos, provenientes de la tarifa, para garantizar la permanencia de la prestación del servicio, mediante la reposición de los sistemas críticos del STM cuando finalicen su ciclo de vida.

Las funciones de vigilancia y prospectiva tecnológica son indispensables en esta etapa; por un lado, para apoyar el proceso de la evaluación de la tecnología para valorar su vigencia (vigilancia); por el otro, para el pronóstico de escenarios posibles de las tecnologías que actualmente se tienen (**Trayectoria tecnológica**). Así, para el caso de los STM, dicha trayectoria muestra una transición del uso de los combustibles fósiles a otras fuentes de energía (eléctrica, solar, entre otras). La GT debe entonces orientar sus esfuerzos en evaluar la conveniencia de optar por estas tecnologías cuando se decida abandonar la existente.

3.12 Componentes transversales del modelo

3.12.1 Protección del patrimonio Tecnológico

La protección del patrimonio tecnológico es una de las funciones de la GT, para lo cual debe contarse con una estrategia que permita hacer dicha protección en los diferentes los procesos de la GT. En ese sentido, Solleiro y Herrera (2008) proponen una serie de recomendaciones encaminadas a proteger el patrimonio de la organización (ver Tabla 6)

Tabla 6. Recomendaciones para proteger el patrimonio tecnológico de la organización. Fuente: Solleiro y Herrera, 2008.

<i>Área de la empresa</i>	<i>Información generada</i>	<i>Organización de la información</i>	<i>Materiales generados</i>	<i>Instrumentos de protección</i>
Técnica	<ul style="list-style-type: none"> - Estadísticas de producción (Operación de equipo y proceso) - Resultados de I-D (Producción y proceso) - Técnicas de control de calidad - Capacidad utilizada - Normas y regulaciones técnicas y ecológicas 	<ul style="list-style-type: none"> - Asimilación de la tecnología - Normalización de productos y procesos 	<ul style="list-style-type: none"> - Metodologías de I-D - Libros de proceso - Manual de operación y control - Manual de mantenimiento - Cartera de proyectos 	<ul style="list-style-type: none"> - Patentes - Secreto industrial - Acuerdos de confidencialidad - Modelo de utilidad
Administrativa	<ul style="list-style-type: none"> - Estados contables y financieros - Perfiles de personal - Perfiles de los puestos - Líneas de autoridad 	<ul style="list-style-type: none"> - Establecimiento de metas y objetivos corporativos - Análisis de puestos 	<ul style="list-style-type: none"> - Planes de formación de Recursos Humanos - Manuales de organización - Libros de contabilidad - Manuales de organización y de procedimientos 	<ul style="list-style-type: none"> - Secretos industriales - Acuerdos de confidencialidad - Derechos de autor
Comercial	<ul style="list-style-type: none"> - Cartera de clientes - Lista de precios - Promoción - Datos de mercados - Datos de competidores - Nuevos productos - Denominaciones de marca 	<ul style="list-style-type: none"> - Estudios de mercado - Gerencias de mercado 	<ul style="list-style-type: none"> - Planes de mercadotecnia - Estrategia de nuevos productos, nuevos mercados - Estrategia de precios 	<ul style="list-style-type: none"> - Marcas - Diseños industriales - Nombres comerciales - Secreto industrial - Acuerdo de confidencialidad (proveedores) - Modelo de utilidad
Logística	<ul style="list-style-type: none"> - Lista de proveedores - Especialidades de insumos - Planos de las instalaciones - Precios de insumos - Mantenimiento - Ampliaciones de la planta 	<ul style="list-style-type: none"> - Programas de ampliación y desarrollo - Desarrollo de proveedores - Normalización de insumos 	<ul style="list-style-type: none"> - Manual del proveedor - Normas de calidad internas - Directorio de proveedores - Planes de expansión - Manuales de mantenimiento - Manuales de seguridad e higiene 	<ul style="list-style-type: none"> - Secreto industrial - Acuerdo de confidencialidad (proveedores) - Modelo de utilidad
Servicios	<ul style="list-style-type: none"> - Lista de clientes - Información de productos y procesos de sus clientes - Problemas y soluciones frecuentes - Quejas y reclamos 	<ul style="list-style-type: none"> - Seguimiento de quejas - Análisis de problemas - Manejo de información - Información confidencial 	<ul style="list-style-type: none"> - Políticas de mejoras - Políticas de relaciones con los clientes - Estrategia de servicios - Manuales de atención al cliente - Cartera de nuevos proyectos 	<ul style="list-style-type: none"> - Secreto industrial - Acuerdos de confidencialidad (clientes) - Marcas - Derechos de autor - Nombres comerciales

3.12.2 Ciclo de la calidad

Este componente se encuentra a lo largo del modelo, en sus tres etapas (estratégica, táctica y operacional) y se extiende a valorar la experiencia del cliente (percepción del servicio).

La Norma UNE-EN 13816:2003, Transporte público de pasajeros: definición de la calidad del servicio, objetivos y mediciones, no es de carácter obligatorio en Colombia, pero si puede ser una buena práctica adoptar los criterios de allí incluidos, en cuanto a eficiencia y calidad del servicio.

Esta norma define un marco común, a partir de una adaptación del “Modelo de las deficiencias” para definir la calidad del STPU, tanto desde el punto de vista del ente gestor y del operador, como del cliente (Fundación CETMO, 2006), como se observa en el **Gráfico 17**, lo que implica cuatro visiones de la calidad:

- **Calidad esperada:** es la calidad anticipada por el cliente, pudiendo ser explícita e implícita, producto de la experiencia y la información recibida a través de diferentes fuentes.
- **Calidad objetivo:** es la calidad que el gestor y operador planean entregar al cliente, bajo criterios de eficiencia y efectividad.
- **Calidad entregada:** es el nivel de calidad alcanzado bajo condiciones normales de operación.
- **Calidad percibida:** es el nivel de calidad percibido por el pasajero durante el viaje.

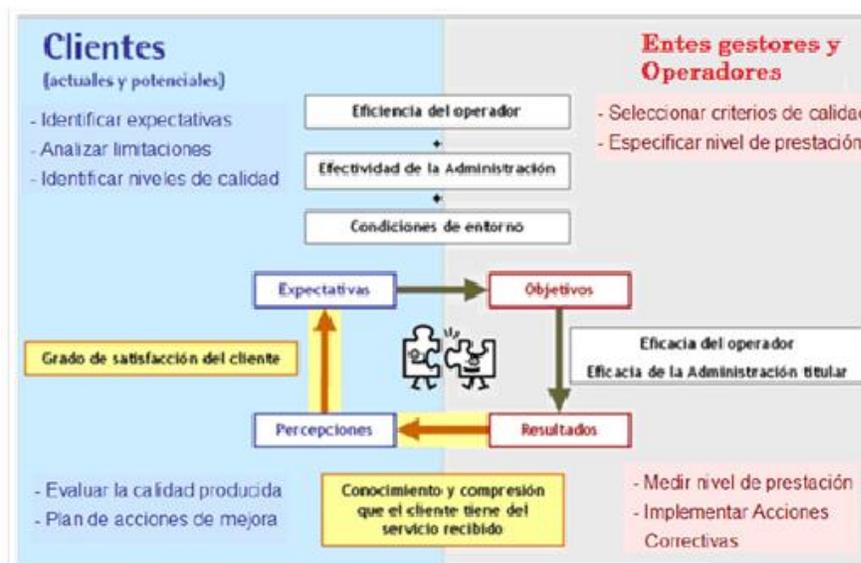


Gráfico 17. Calidad del servicio en STM. Fuente: Adaptado de Fundación CETMO, 2006.

De acuerdo con la norma, los objetivos de calidad se centran en ocho componentes: servicio ofertado, accesibilidad, información, tiempo, atención al cliente, seguridad, confort e impacto ambiental; para los cuales se definen unos niveles de exigencia.

Los STM suelen manejar indicadores de calidad del servicio; la bondad de esta norma es que unifica dichos criterios de calidad y sus niveles de exigencia, haciendo más objetiva la medición, por lo que se convierte en una valiosa fuente de información para la definición de los requerimientos del servicio y las acciones en materia de GT para implementarlos.

4. Capítulo 4 - Análisis de resultados

4.1 Revisión de la política

La política planteada por el Gobierno Nacional para mejorar el servicio de transporte público urbano de pasajeros partía de la premisa de la aplicación de herramientas técnicas y financieras innovadoras, buscando con ello fortalecer los procesos de descentralización, aumento de productividad, entre otros. Una revisión a las premisas y los objetivos planteados permite hacer las siguientes apreciaciones:

4.1.1 Aplicación de herramientas financieras innovadoras

Efectivamente, para la materialización de la política se acudió a una herramienta financiera innovadora, se pasó de un esquema de financiación exclusivamente con recursos públicos de los proyectos para la construcción de sistemas de transporte masivo a un esquema que acogió el aporte del sector privado, es decir, se le dio cabida a **las alianzas público privadas** (APP). Este esquema dinamiza la estructuración y construcción de los proyectos de SITM debido a que exige menores inversiones y favorece su rápida recuperación.

Otro concepto innovador incluido en la política es el de **la auto sostenibilidad de los SITM**, para lo cual se desarrolló una herramienta también innovadora, la definición de la ecuación mediante la cual establece la tarifa técnica, es decir, la tarifa mínima que garantiza el punto de equilibrio y, por tanto, la rentabilidad de los inversionistas en los proyectos para la construcción de los SITM, lo cual está condicionado a unas expectativas de demanda de usuarios. Sin embargo, la realidad es que ninguno de los STM construidos después de la formulación de la política ha alcanzado la demanda estimada, lo que pone en riesgo la sostenibilidad financiera de estos sistemas.

4.1.2 Aplicación de herramientas técnicas innovadoras

Las herramientas técnicas innovadoras han sido más bien escasas, se han limitado al uso de buses de gran capacidad (BTR) para el transporte masivo de pasajeros y tiene sus orígenes en los años 70, los sistemas de gestión, control de flota y recaudo, que hacen parte de la infraestructura que utilizan, desde hace décadas de manera más eficiente, segura y con mejores indicadores de calidad de servicio, los sistemas de transporte masivo tipo Metro.

4.1.3 Fortalecimiento de procesos descentralizados

La política para el fortalecimiento del transporte público masivo propende por la descentralización de los procesos, sin embargo, el esquema institucional implementado incluye múltiples organismos del orden Nacional y entes territoriales, haciéndose aún más complejo cuando se trata de Áreas Metropolitanas, en las cuales es necesario conciliar voluntades de los municipios que la conforman. Adicionalmente, la participación de entidades de orden Nacional en todo el ciclo de vida de los proyectos para la puesta en marcha de los SITM, principalmente en lo relacionado con el control de los recursos financieros, le resta autonomía a los entes gestores que, por normatividad, son los designados por los entes territoriales para dirigir estos proyectos, tanto en la etapa pre operacional como en la operacional.

4.1.4 Aumento de la productividad y ordenamiento de las ciudades

En las evaluaciones de los SITM disponibles se observan impactos directos positivos (disminución de tiempos de viaje, seguridad), los impactos sobre la estructura urbana y la política social son menos evidentes (FEDESARROLLO, 2013), es decir, los objetivos en productividad se han logrado de manera parcial.

Como resultado de esta revisión, se puede concluir que los esfuerzos para la materialización de la política se han centrado en los aspectos financieros, descuidando el uso de las herramientas técnicas que aporten a un desempeño más eficiente. Esta conclusión coincide con la recomendación hecha por FEDESARROLLO (2013) que reza “... Además del apoyo financiero, el Gobierno Nacional debe dar acompañamiento a la transición (negociación con los actores) y apoyar la generación de capacidades específicas que se requieren para el funcionamiento de los sistemas integrados”.

Las limitaciones identificadas en la estructuración y materialización de la política han desencadenado en un desempeño ineficiente de los SITM. Surge entonces la necesidad de proponer acciones que posibiliten darle solución a las deficiencias identificadas. De allí la pertinencia del modelo planteado para la gestión tecnológica en sistemas de transporte urbano masivo de pasajeros en Colombia, con el cual se pretende mejorar la eficiencia a partir de la identificación y fortalecimiento de las capacidades tecnológicas que impacten en el desempeño de los SITM. Para identificar dichas capacidades se realizó la caracterización funcional de los SITM; lo cual permitió establecer los componentes del modelo.

4.2 Resultados de la caracterización de los SITM

La caracterización realizada permitió identificar los siguientes elementos: sistemas de transporte con carácter público privado, integración de entes gestores y agentes, adquisición de tecnología basada en procesos de negociación y transferencia, estructuración y prestación del servicio basada en criterios de calidad; los cuales se exponen a continuación:

4.2.1 Sistemas de transporte con carácter público - privado

A pesar de que el esquema operativo de los SITM adopta una estructura administrativa propia de la empresa privada y que los agentes son empresas privadas, el ente gestor es una entidad de carácter público. Esta condición conlleva a que los procesos de negociación de tecnología tengan una dinámica regulada por las normas estatales para la contratación, lo cual presenta algunas limitaciones en los procesos de selección de las tecnologías y sus proveedores.

Sin embargo, la Ley 1286 de 2009 de Ciencia y Tecnología, incorpora algunas facilidades para la contratación en materia de ciencia, tecnología e innovación por parte de las entidades estatales, permitiendo la contratación directa cuando el objeto sea la realización de actividades definidas como de ciencia, tecnología e innovación.

Para una eficiente gestión tecnológica es indispensable, desde lo estratégico y lo táctico contar con las capacidades de negociación y contratación en lo público y en lo privado, así como de la normatividad en materia de ciencia y tecnología e innovación.

4.2.2 Entes gestores y agentes

Los SITM están conformados por un agente integrador que es el ente gestor y un grupo de agentes encargados de proveer determinados servicios dentro de la cadena de valor (operador, recaudador, fiduciario, de control y tráfico), quienes en su conjunto conforman el SITM. Cada uno de estos integrantes tiene unos intereses particulares, a partir de los cuales define su propio direccionamiento estratégico y, como consecuencia, define los lineamientos para la gestión de sus recursos tecnológicos; esta condición dificulta la definición de una estrategia tecnológica general para los SITM y, por lo tanto, también dificulta el planteamiento o desarrollo de un modelo de gestión para los SITM, como se formuló en la propuesta de trabajo de grado.

Esa condición llevó a optar por plantear un modelo de gestión tecnológica en los STM, vista desde el ente gestor, quien es el articulador del sistema y el llamado a liderar la consolidación de sinergias que conduzcan a unos lineamientos estratégicos comunes, respetando la autonomía de cada agente. Las acciones de estos agentes están directamente “de cara al usuario”, por lo que su actuar en las diferentes etapas del ciclo del servicio incide en la percepción del usuario y en el desempeño del sistema, de allí que es menester hacerlos visibles en el modelo.

Es importante aclarar que esta caracterización aplica para los SITM tipo MBRT del país, es decir, no refleja el esquema estructural y funcional del Metro de la Ciudad de Medellín; en este sistema todas las funciones son responsabilidad de un mismo agente, lo que simplifica el planteamiento de un modelo de gestión tecnológica, ya que sólo requeriría incluir al ente gestor, como responsable absoluto de la estructuración y prestación del servicio.

4.2.3 Adquisición de tecnología basada en procesos de negociación y transferencia

La falta de capacidades para producir las tecnologías necesarias por los SITM conlleva a que entes gestores y agentes adquieran las tecnologías requeridas, para la estructuración y prestación del servicio, principalmente mediante procesos de negociación internacional para la transferencia de tecnología. Esta condición es fundamental para la definición de la estrategia tecnológica, pues incide en los procesos sobre los cuales es necesario desarrollar o fortalecer capacidades, como, por ejemplo, en los relacionados con la adaptación y asimilación de tecnologías; al igual que en las relacionadas con el fortalecimiento del capital relacional y con el aprovechamiento de los

mecanismos ofrecidos por diferentes entidades para el financiamiento y apalancamiento para la adquisición de tecnología.

En ese sentido, el modelo planteado centra su interés en los procesos de negociación internacional para la transferencia de tecnología, sin descuidar los demás componentes que hacen parte de la gestión tecnológica y del ciclo de vida de la tecnología.

4.2.4 Prestación del servicio basado en criterios de calidad

Una de las dificultades que presenta el esquema implementado como parte de la política es que, a pesar de los esfuerzos realizados, el servicio percibido por los usuarios de los MBRT no satisface sus expectativas, lo cual desestimula la demanda y desencadena en una serie de eventos que afectan negativamente el desempeño de los SITM.

Por ello, el modelo planteado se acoge a un estándar internacional de calidad para la prestación del servicio de transporte de pasajeros, la norma UNE-EN 13816 de 2003. Esta norma define unos objetivos que parten de la unificación de los criterios de calidad en ocho elementos: servicio ofertado, accesibilidad, información, tiempo, atención al cliente, seguridad, confort e impacto ambiental; para los cuales se definen unos niveles de exigencia; lo que hace más objetiva la medición del servicio percibido y se convierte en un elemento diferenciador que genera ventajas competitivas.

4.3 Identificación de las capacidades requeridas

La implementación del modelo planteado requiere del fortalecimiento de capacidades en los tres niveles de la gestión tecnológica: estratégico, táctico y operacional. En lo estratégico para la definición de lineamientos y focalización de esfuerzos y recursos. En lo táctico para el enriquecimiento del patrimonio tecnológico mediante la identificación, evaluación, selección, adquisición de las tecnologías clave para la estructuración y prestación del servicio bajo criterios de eficiencia y diferenciación; donde son indispensables las capacidades para la estructuración de procesos de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva. En lo operación para la adaptación, asimilación uso y mejoramiento continuo de las tecnologías incorporadas en los diferentes procesos que hacen parte de la prestación del servicio.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

- El modelo planteado para la gestión tecnológica en sistemas de transporte urbano masivo de pasajeros en Colombia se ajusta a las características administrativas y funciones definidas en la política, modelo que se plantea a partir del reconocimiento de cuatro elementos clave: sistemas de transporte con carácter público privado, integración de entes gestores y agentes, adquisición de tecnología basada en procesos de negociación internacional para la transferencia de tecnología, estructuración y prestación del servicio basada en criterios de calidad.
- El modelo planteado está adaptado para los sistemas de transporte público masivo de pasajeros basados en buses articulados (MBRT), conformados por un ente gestor y diversos agentes.
- El ente gestor, como integrador de los agentes que conforman el SITM, es el llamado a definir los lineamientos para una gestión tecnológica integral, fomentando las sinergias que potencialicen las capacidades individuales de los diferentes agentes.
- La implementación, puesta en funcionamiento del modelo planteado y su inclusión en la cultura empresarial debe redundar en un actuar más eficiente por parte de los diferentes agentes desde lo individual y en los SITM de manera integral. Todo ello se debe reflejar en una mayor aceptación por parte de los usuarios, en un incremento de la demanda y en mejores indicadores de desempeño, tanto los técnicos como los financieros.
- Como consecuencia de la falta de capacidades tecnológicas del país y de las empresas que conforman los SITM, la adquisición de tecnología debe hacerse mediante procesos de

negociación internacional para la transferencia de tecnología, para lo cual se requiere desarrollar y fortalecer las capacidades y el capital relacional que facilite dichos procesos.

- El modelo que se plantea en este trabajo, se apunala en la construcción de capacidades tecnológicas y de gestión, que deben fortalecer los lineamientos de la política establecida para los SITM, ya que la misma está sustentada sobre la base de la viabilidad financiera y el auto sostenimiento, pero no se identifican elementos transversales como la estrategia tecnológica. Desde esa mirada crítica de la política, es necesario plantear un modelo que reúna capacidades de GT, apunlada en dos elementos solidos como son la transferencia y negociación de tecnología; es claro así que el modelo plantea los lineamientos y cada una de las etapas necesarias para identificar, seleccionar, adaptar, asimilar y apropiar tecnología.

5.2 Recomendaciones

- El modelo propuesto se orientó principalmente a los procesos de la gestión tecnológica relacionados con la adquisición de tecnología mediante procesos de negociación y trasferencia, sin profundizar en los procesos relacionados con su aprovechamiento. Este modelo se puede fortalecer integrándole los procesos relacionados con el aprovechamiento de la tecnología.
- La amplitud del alcance del modelo no permite profundizar en algunos procesos, como en la adquisición tecnología mediante el desarrollo de productos y servicios de valor agregado, a partir de las capacidades adquiridas en los procesos de transferencia de tecnología. En trabajos posteriores se puede abordar el planteamiento de modelos o metodologías con ese alcance.
- El modelo planteado se adaptó a las características de la política formulada por el Gobierno Nacional para fortalecer los SITM, a pesar de haber identificado algunas barreras en dicha política. El modelo se podría optimizar si la política brindara una mayor autonomía a los entes gestores y si diera mayor cabida a los aspectos técnicos.

-
- Como parte de la implementación del modelo planteado es necesario desarrollar y fortalecer una serie de capacidades tecnológicas que deben hacer parte del patrimonio tecnológico de las empresas que conforman los SITM. El fortalecimiento de estas capacidades permitirá definir estrategias orientadas a mejorar la eficiencia, mediante un óptimo uso de los recursos y, la diferenciación mediante la estructuración y prestación de un servicio de transporte con criterios de calidad.

 - La política de competitividad establecida por el gobierno, se apunala en el desarrollo de productos bienes y servicios diferenciadores, con alto valor agregado que se adapten a los requerimientos de una economía del conocimiento globalizada. En ese sentido, la infraestructura, más explícitamente los sistemas de transporte y movilidad en el país, deben responder a los lineamientos de un mercado y una sociedad cada día más exigente, con métodos de eficiencia, optimización y eficacia de la tecnología; es entonces recomendable orientar políticas tendientes a mejorar los procesos de gestión de la tecnología y el conocimiento para agregar capacidades tecnológicas en nuestro contexto económico, político y social.

A. Anexo: Glosario

Autoridad competente: es el ente territorial o administrativo que ejerce funciones de planificación, organización, control y vigilancia sobre los Operadores de servicio de transporte, bajo la coordinación institucional del Ministerio de Transporte. Este ente es también el encargado de realizar la habilitación para prestar el servicio público de transporte masivo - SPTM (Decreto 1079 de 2015, p34).

Bus alimentador: bus de baja capacidad utilizado para movilizar a los pasajeros desde o hacia las zonas aledañas a los portales, puntos de parada o plataformas de estación que hacen parte de la infraestructura de los sistemas de transporte masivo de pasajeros.

Bus de tránsito rápido - BRT: bus de gran capacidad utilizado para movilizar a los pasajeros que utilizan los sistemas de transporte masivo de pasajeros.

Ente gestor: entidad encargada de coordinar los diferentes agentes, planear, gestionar y controlar la prestación del SPTM.

Habilitación: es la autorización que expide la autoridad competente para prestar el SPTM (Decreto 3109 de 1997, artículo 3, p2).

Medio de transporte: hace referencia al vehículo utilizado en cada modo de transporte. Son medios de transporte, entre otros, embarcaciones, aeronaves, camiones, automóviles, trenes, cables aéreos y bicicletas (Decreto 736 de 2014, p2).

Modo de transporte: espacio aéreo, terrestre o acuático soportado por una infraestructura especializada, en el cual transitan los respectivos medios de transporte y a través de éstos la carga y/o los pasajeros. El modo de transporte terrestre comprende la infraestructura carretera, férrea, por

cable y por ductos; el modo acuático, la infraestructura marítima, fluvial y lacustre; y el aéreo, la infraestructura aeronáutica y aeroportuaria (Decreto 736 de 2014, p2).

Operador: organismo encargado de suministrar, administrar y mantener el parque automotor que presta el servicio del transporte público masivo.

Sistema de transporte masivo de pasajeros - STM: es el servicio que se presta a través de una combinación organizada de infraestructura y equipos en un sistema que cubre un alto volumen de pasajeros, dando respuesta a un porcentaje significativo de necesidades de movilización (Decreto 3109 de 1997, artículo 3, p1).

Sistema integrado de transporte masivo - SITM: es la unión de varios Operadores y rutas alimentadoras, que comparten su zona influencia y que son regulados, por una autoridad competente, para prestar el servicio de transporte masivo de pasajeros de manera coordinada, para lo cual comparten su infraestructura, así como aspectos operativos y tarifarios.

Sistemas inteligentes de tránsito y transporte - SIT: son un conjunto de soluciones tecnológicas informáticas y de telecomunicaciones que recolectan, almacenan, procesan y distribuyen información, y se deben diseñar para mejorar la operación, la gestión y la seguridad del transporte y el tránsito (Ley 1450 de 2011, artículo 81, p29).

Sistema metro: sistema ferroviario urbano destinado al servicio de transporte masivo de pasajeros que se caracteriza por tener derechos exclusivos de vía, sistemas de control avanzados y con capacidad de pasajeros mayor a la ofrecida por el metro ligero (Decreto 1079 de 2015).

Transporte público: es una industria encaminada a garantizar la movilización de personas o cosas, por medio de vehículos apropiados, en condiciones de libertad de acceso, calidad y seguridad de los usuarios, sujeto a una contraprestación económica (Ley 105 de 1993).

Referencias

Abengoza, S., 2012. Los orígenes de los ferrocarriles metropolitanos subterráneos. Recuperado de: http://www.arquitecturaviva.com/media/Documentos/premio_olivares_abengoza_susana.pdf

AENOR. Gestión de la I+D+i: Gestión de vigilancia tecnológica. UNE 166006 EX, 2006. Madrid, España.

AENOR. Gestión de la I+D+i: Gestión de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva. UNE 166006 EX, 2011. Madrid, España.

Al Garete. Peñalosa y su trancón de intereses (24 de enero de 2016). Recuperado de: <https://algarete.com.co/2016/01/24/penalosa-y-su-trancon-de-intereses/>

Amador B., Márquez A. (2008, 8 de diciembre). Un modelo conceptual para gestionar la tecnología en la organización,1-23. Recuperado de <http://www.revistaespacios.com/a09v30n01/09300121.html>.

Asociación de la Industria Navarra. Guía práctica - La gestión de la Innovación en 8 pasos, 2008. Pamplona, España.

ANDI - Comité Sectorial de Transporte. Informe estadístico de transporte urbano año 2011 - movilización de pasajeros, 2012. Bogotá, Colombia.

Banco Interamericano de Desarrollo. Gobernar las metrópolis, 2005. Washington DC, U.S.

Banco Mundial. Estrategia integral de comunicaciones como apoyo central a la gestión de los proyectos - Transporte a escala humana: La experiencia del Ministerio de Transportes de Colombia Proyecto Nacional de Transporte Urbano, 2009. Peru.

Bolella G., 2010. Intelligent Public Transportation Systems State of the Art Transportation Tracking. Universidad de Connecticut, 1-27.

Cámara Madrid, 2004. Herramientas de gestión de la innovación. Madrid: Ledna Gráficas S.L.

Caracol Radio. Sistemas de transporte masivo se quedaron cortos. Recuperado en: <http://www.caracol.com.co/opinion/bloggers/blogs/original-caracol/sistemas-de-transporte-masivo-se-quedaron-cortos/20120326/blog/1660305.aspx>

CEPAL, 2008. Los cambios en los SITM en ciudades de américa latina. Boletín Facilitación del comercio y el transporte en América Latina y el Caribe, No 259, 1-4.

Colmenares I, 2007. Desarrollo sustentable y sostenible de sistemas de transporte público urbano. Seminario: Administración: Teorías y Categorías de Análisis, 1-14.

Colombia compra eficiente. Recuperado en: <http://www.colombiacompra.gov.co/colombia-compra/colombia-compra-eficiente>

Congreso de la Republica de Colombia. Ley 1450 de 2011, mediante el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2010 a 2014, 2011. Bogotá, Colombia.

Congreso de la Republica de Colombia. Ley 1286 de 2009, Por la cual se modifica la Ley 29 de 1990, se transforma a Colciencias en Departamento Administrativo, se fortalece el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y se dictan otras disposiciones. Bogotá, Colombia.

- Congreso de la Republica de Colombia. Ley 310 de 1996, mediante la cual se modifica la Ley 86, 1996. Bogotá, Colombia.
- Congreso de la Republica de Colombia. Ley 105 de 1993, mediante la cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte, 1993. Bogotá, Colombia.
- Congreso de la Republica de Colombia. Ley 1508 de 2012, mediante la cual se establece el régimen jurídico de las Asociaciones Público Privadas.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. Documento CONPES 3167 - Política para mejorar el servicio de transporte público urbano de pasajeros, 2002. Bogotá, Colombia.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. Documento CONPES 3260 - Política Nacional de Transporte Urbano y Masivo, 2003. Bogotá, Colombia.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. Documento CONPES 3368 - Política Nacional de Transporte Urbano y Masivo – Seguimiento, 2005. Bogotá, Colombia.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. Documento CONPES 3465 - Financiación de los SITM, 2007. Bogotá, Colombia.
- Contraloría General de la República. Sistemas integrados de transporte masivo en Colombia: avances, retos y perspectivas en el marco de la política Nacional de transporte urbano, 2010. Bogotá, Colombia.
- Contraloría General de la República. Informe de auditoría gubernamental con enfoque integral - Ministerio de transporte Vigencia año 2011, 2012. Bogotá, Colombia.
- De Rus G., Campos J., Nombela G., 2003. Principios de economía del transporte. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Recuperado de:
<https://es.scribd.com/doc/241012422/Economia-del-transporte-Gines-de-Rus>

Dmitry B., 2007. ITS related aspects of development of Urban transport systems. Moscow State Automobile and Road Technical University, p1 - 13. Recuperado de: <http://www.ectri.org/YRS07/Papiers/Session-15/Efimenko.pdf>

Drejer A., Ove J., 1999. Competence development and technology - how learning and technology can be meaningfully integrated. Technovation, No. 19, 631-644.

El colombiano. Metroplús tuvo déficit de 11.000 millones en 2012. Recuperado de: http://www.elcolombiano.com/historico/metroplus_tuvo_deficit_de_-11000_millones_en_2012-IBEC_242280

El colombiano. Metroplús recibe \$3.500 millones mes en subsidios tarifarios. Recuperado de: <http://m.elcolombiano.com/medellin-metroplus-recibe-3-500-millones-mes-en-subsidios-tarifarios-CH4595613>

Enciclopedia de Clasificaciones. (2016). Tipos de tecnología. Recuperado de: <http://www.tiposde.org/informatica/103-tipos-de-tecnologia/>

Escalante F., Luna K. (2008). Métrica de la innovación tecnológica - El uso de indicadores. En Solleiro J., Herrera A. Gestión tecnológica - Conceptos y prácticas. Ed. Plaza y Valdés, S. A., Madrid, 305-324.

Escorsa P., Valls J., 1998. Tecnología e innovación en la empresa. Dirección y gestión. España: Editorial Universidad Politécnica de Cataluña.

Estrada S., Sabando D., 2001. Gestión de recursos tecnológicos. Universidad Autónoma de Madrid, p 1 - 16. Recuperado de: www.ingenierias.ugto.mx/.../salvadorer/.../Gestión%20de%20Recursos%20Tecnológicos

FEDESARROLLO - Centro de Investigación Económica y Social. La integración de los sistemas de transporte urbano en Colombia una reforma en transición, 2013. Bogotá, Colombia.

- Fundación CETMO. Manual de apoyo para la implantación del sistema de calidad según la norma UNE EN 13816:2003. Madrid, España.
- Fundación COTEC. Pautas metodológicas en gestión de la tecnología y de la innovación para empresas – Temaguide Tomo 1: Pautas, 1999a. Madrid, España.
- Fundación COTEC. Pautas metodológicas en gestión de la tecnología y de la innovación para empresas – Temaguide Tomo 2: Herramientas, 1999b. Madrid, Espuma.
- Giannopoulos G., 2004. The application of information and communication technologies in transport. *European journal of operational research* 152, 302-320.
- Gómez C., 2011. Políticas de transporte urbano: El caso del sistema masivo de transporte en el área metropolitana de Cali. *Revista de Economía & Administración*, Vol. 8, No. 1. Enero - Junio de 2011, 1-23.
- González J., 2011. Manual de transferencia de tecnología y conocimiento, primera edición. Madrid: Instituto de Transferencia de Tecnología y Conocimiento.
- Hidalgo A., 1999. La gestión de la tecnología como factor estratégico de la competitividad industrial. *Universidad Politécnica de Madrid - Economía Industrial*. No 330, 43-54.
- Hidalgo D., 2005. Comparación de Alternativas de Transporte Público Masivo - Una Aproximación Conceptual. *Rev. Facultad de Ingeniería Universidad de los Andes* 21, 94-105.
- Hidalgo D., 2008. Citywide transit integration in a large city: The case of the Interligado System, São Paulo, Brazil. *World Resources Institute Center for Sustainable Transportation*, 1-19.

Hurtado A., Torres A., Miranda L., 2011. El programa de sistemas integrados de transporte masivo en Colombia: ¿Un ejemplo de recentralización de la gestión de las ciudades? Territorios 25 / Bogotá, p. 95-119.

Ibarra E., Herrera L., Del Valle D., 2009. Un modelo de referencia de la capacidad de innovación:

Un estudio de casos exploratorio en el sector audiovisual español. Recuperado de:

<http://www.asociacionaltec.org>

ICONTEC. Gestión de la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) – Terminología y definiciones de las actividades de I+D+i, 2008. Bogotá, Colombia.

Kim L., 2000. La dinámica del aprendizaje tecnológico en la industrialización. Cambridge University Press. Reino Unido, 1-17. Recuperado de:

<https://es.scribd.com/document/77065551/analisis-de-la-dinamica-del-aprendizaje-tecnologico-en-la-industrializacion-de-linsu-kim>.

Lopez O., Blanco M., Guerra S., 2009. Evolución de los modelos de la gestión de innovación. Universidad Autónoma de Nuevo León, 251-264.

Lucca G., 2013. El triángulo de Sábato como paradigma de una exitosa inserción internacional. Revista de economía y comercio internacional, No. 04, 13-16. Recuperado de:

<http://fundaceic.org/2013/08/21/el-triangulo-de-sabato-como-paradigma-de-una-exitosa-insercion-internacional/>

Mateus D. (2008). Lineamientos para un sistema intermodal de transporte para Bogotá y la Sabana. (Tesis inédita de Maestría). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

Medellín E. (2006). Gestión de tecnología, su desarrollo e implantación en la empresa. En Rodolfo Faloh. Gestión de la Innovación - Una visión actualizada para el contexto latinoamericano (pp. 119-140). La Habana: Editorial Academia.

- Medellín E., Velásquez G. (2006). Transferencia y adquisición de Tecnologías. En Rodolfo Faloh. Gestión de la Innovación - Una visión actualizada para el contexto latinoamericano (pp. 209-222). La Habana: Editorial Academia.
- Mohan D., 2005. Public Transportation Systems for Urban Areas - A Brief Review. Indian Institute of Technology, 1-27.
- Mojica F., 2008. Forecasting y Prospectiva dos alternativas complementarias para adelantarnos al futuro. Universidad Externado de Colombia, 1-18. Recuperado de: <http://franciscomojica.com/articulos/adalfut.pdf>.
- Moscoso J., 2011. Modelado de sistemas de transporte masivo empleando dinámica de sistemas: caso Transmilenio. 9° encuentro colombiano de dinámica de sistemas, p1-5. Recuperado de: http://www.urosario.edu.co/Administracion/documentos/9-Dinamicas/045_1701714045/.
- Navas A., 2008. Políticas de transporte público urbano: Lecciones desde la experiencia de TRANSANTIAGO. Revista Papel Político, Pontificia Universidad Javeriana, Vol. 4, No. 1, 159-189.
- Ongkittikul S., Geerlings H., 2006. Opportunities for innovation in public transport: Effects of regulatory reforms on innovative capabilities. Transport Policy, No 13, 283-293.
- Organización Mundial del Comercio. Propiedad intelectual: protección y observancia. Recuperado en: https://www.wto.org/spanish/thewto_s/whatis_s/tif_s/agrm7_s.htm.
- Ortiz S., Pedroza R., 2006. Qué es la gestión de la innovación y la tecnología. Journal of Technology Management & Innovation 1, No. 2, 64-81.
- Ortiz S., Pedroza A., 2008. Gestión estratégica de la tecnología en el Predesarrollo de nuevos productos. Journal of Technology Management & Innovation 3, No. 3, 112-122.

Palop F., Vicente J., 1999. Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva. Su potencial para la empresa española. Recuperado de: http://www2.uned.es/experto-universitario-gestion-I-D/bibliografia/VigilanciaTecnologica_inteligencia%20competitiva.pdf.

Pardo C., 2009. Los cambios en los sistemas integrados de transporte masivo en las principales ciudades de Latinoamérica. Comisión Económica para América Latina y el Caribe – CEPAL, p 1-28. Recuperado de: <http://archivo.cepal.org/pdfs/2009/S2009308.pdf>

Porter, M., 1985. Competitive Advantage. New York: Free Press.

Presidencia de la Republica de Colombia. Decreto 1485 de 2002, mediante el cual Por el cual se reglamenta el fondo nacional para la reposición y renovación del parque automotor del SPTM, 2002. Bogotá, Colombia.

Presidencia de la Republica de Colombia. Decreto 1079 de 2015 o Decreto Único Reglamentario del Sector Transporte, 2015. Bogotá, Colombia.

Presidencia de la Republica de Colombia - Ministerio de Transporte. Decreto 3109 de 1997, mediante el cual se reglamenta la habilitación y prestación del SPTM - Infraestructura de transporte, 1997. Bogotá, Colombia.

Presidencia de la Republica de Colombia - Ministerio de Transporte. Decreto 736 de 2014, mediante el cual se reglamenta la planeación de los proyectos de infraestructura de transporte, 2014. Bogotá, Colombia.

Presidencia de la Republica de Colombia - Ministerio de Transporte. Decreto 2060 de 2015, mediante el cual se adiciona el Decreto 1079 de 2015 y se reglamenta el artículo 84 de la ley 1450 de 2011, 2015. Bogotá, Colombia.

- Ramírez G. (2006). Negociación y Contratación de Tecnología. En Rodolfo Faloh. Gestión de la Innovación - Una visión actualizada para el contexto latinoamericano (pp. 209-222). La Habana: Editorial Academia.
- Revista Semana. En el 2015 Transmilenio perdió \$44.4 millones cada día. Recuperado de <http://www.semana.com/on-line/nacion/articulo/bogota-en-2015-transmilenio-perdio-millonarias-sumas-por-dia/467051>.
- Robledo J., 2010a. Introducción a la gestión tecnológica. Medellín: Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín. Recuperado de: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Introduccion-a-La-Gestion-Tecnologica/805921.html>
- Robledo J., 2010b. Gestión de las capacidades de innovación tecnológica para la competitividad de las empresas antioqueñas de software. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Rojas F., Mello C., 2005. El transporte público colectivo en Curitiba y Bogotá. Revista de Ingeniería, Universidad de los Andes - Facultad de Ingeniería, mayo de 2005, 107-115.
- Rodriguez D., Vergel E., 2013. Sistemas de transporte público masivo tipo BRT (Bus Rapid Transit) y desarrollo urbano en América Latina. Lincoln Institute of Land Policy - Land Lines. Phoenix, 16-24.
- Roper A., Cunningham S., Porte A., Mason T., Rossini F., Banks J., 2011. Forecasting and Management of Technology, Segunda edición. New Jersey: John Wiley and Sons, Inc.
- Santos S., Behrendt H., 2010. Part II: policy instruments for sustainable road transport. Research n Transport Economy 28, 46-91.
- Shaheen S., Camel M.; Lee K., 2013. Exploring the future of integrated transportation systems in the United States from 2030 to 2050: Application of a scenario planning tool, 1-18. doi: <http://dx.doi.org/10.3141/2380-11>.

Solleiro J., Herrera A., 2008. Gestión tecnológica - Conceptos y prácticas. Ed. Plaza y Valdés, S. A. de C. V, Madrid, 15-35.

Superintendencia de industria y Comercio. Propiedad industria 2020. Recuperado en: http://www.sic.gov.co/recursos_user/documentos/publicaciones/Libro_PI_2020/files/libro%20propiedad%20industrial%202020.pdf

Transmilenio. Componentes del sistema (14 de enero de 2014). Recuperado de: http://www.transmilenio.gov.co/Publicaciones/nuestro_sistema/Componentes/sistema_de_recaudo

Transmilenio. Estadísticas de oferta y demanda (15 de octubre de 2016). Recuperado de: http://www.transmilenio.gov.co/Publicaciones/la_entidad/transparencia_y_acceso_a_la_informacion_publica_transmilenio/2_informacion_de_interes/estadisticas_de_oferta_y_demanda_del_sistema_integrado_de_transporte_publico_sitp

Velásquez G., Medellín E., 2005. Manual de transferencia y adquisición de tecnologías sostenibles. San José. Recuperado de: <http://www.cnpml.org.pa/images/nosotros/centro-de-informacion/manualtt.pdf>

Zeng A., Qin K., Li J. (29 de octubre 2010). Intelligent transport management system for urban traffic hubs based on an integration of multiple technologies. Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1178-1183. doi: 10.1109/ICIEEM.2010.5646001.